



TESIS

PENGARUH DESAIN CANYON BANGUNAN TERHADAP LINGKUNGAN TERMAL DI DAERAH PESISIR KOTA SELATPANJANG

Boby rahman
08111550040003

DOSEN PEMBIMBING:
Dr. Ima Defiana, S.T, M.T
Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEEnv

PRORAM MAGISTER
BIDANG KEAHLIAN ARSITEKTUR LINGKUNGAN
DEPARTEMEN ARSITEKTUR
FAKULTAS ARSITEKTUR DESAIN DAN PERENCANAAN
INSTITUT TEKNOLOGI SEPULUH NOPEMBER
SURABAYA
2018

**Tesis disusun untuk memenuhi salah satu syarat memperoleh gelar
Magister Teknik (MT)
Di
Institut Teknologi Sepuluh Nopember**

**Oleh
Boby Rahman
NRP. 08111550040003**

**Tanggal Ujian : 07 Juni 2018
Periode Wisuda : September 2018**

Disetujui oleh:

-
1. Dr. Ima Defiana, S.T, M.T (Pembimbing I)
NIP. 19700519 199703 2 001
-
2. Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEnv (Pembimbing II)
NIP. 19670301 199203 2 002
-
3. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, PhD (Penguji I)
NIP. 19680425 199210 1 001
-
4. Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono, MT (Penguji II)
NIP. 19610520 198601 1 001

Fakultas Arsitektur, Desain dan Perencanaan
Institut Teknologi Sepuluh Nopember
Dekan



.....
Ir. Purwanita Setijanti, MSc, PhD
NIP. 19590427 198503 2 001

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS

Saya yang bertandatangan dibawah ini:

Nama Mahasiswa : Bobby Rahman
NRP Mahasiswa : 08111550040003
Program Studi : Magister (S2)
Jurusan : Arsitektur
Bidang Keahlian : Arsitektur Lingkungan

Dengan ini menyatakan, bahwa isi sebagian maupun keseluruhan tesis saya dengan judul:

PENGARUH DESAIN CANYON BANGUNAN TERHADAP LINGKUNGAN TERMAL DI DAERAH PESISIR KOTA SELATPANJANG

adalah benar-benar hasil karya intelektual mandiri, diselesaikan tanpa menggunakan bahan-bahan yang tidak diijinkan dan bukan merupakan karya pihak lain yang saya akui sebagai karya sendiri.

Semua referensi yang dikutip maupun dirujuk telah ditulis secara lengkap pada daftar pustaka. Apabila dikemudian hari ternyata pernyataan ini tidak benar, saya bersedia menerima sanksi sesuai dengan peraturan yang berlaku

Surabaya, 30 Juli 2018

Yang membuat pernyataan;

Bobby Rahman

NRP: 08111550040003

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

KATA PENGANTAR

Bismillahirrahmanirrahim

Puji syukur kehadiran Allah SWT, berkat rahmat dan karunia-Nya maka penulis dapat menyelesaikan laporan tesis yang berjudul “Pengaruh Desain *Canyon* Bangunan Terhadap Lingkungan Termal di Daerah Pesisir Kota Selatpanjang” dengan baik dan lancar. Penyusunan laporan tesis ini merupakan salah satu syarat untuk memperoleh gelar Magister Teknik (MT) didalam Bidang Keahlian Arsitektur Lingkungan Program Pascasarjana Jurusan Arsitektur, Institut Teknologi Sepuluh Nopember.

Adapun penyelesaian penulisan laporan tesis ini tidak terlepas dari bimbingan dan bantuan dari berbagai pihak. Oleh karena itu, penulis menyampaikan terimakasih kepada pihak-pihak tersebut, antara lain:

1. Keluarga Penulis, ayahanda H. Idul Fitri dan ibunda Hj. Zahraini B, S.Pd, MP atas kasih sayang, dukungan dan doa yang tiada henti-hentinya dipanjatkan untuk mengiringi langkah penulis menyelesaikan studi selama perkuliahan berlangsung. Untuk istriku tercinta Yolanda Syahpitri, adekku Alfi Akbar dan Khodimul Haramain atas dukungan dan doa nya serta anakku Shakila Jauza Azzahra sebagai penyemangat didalam menyelesaikan penulisan laporan tesis ini.
2. Dr. Ima Defiana, ST, MT dan Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEnv selaku Dosen Pembimbing yang telah memberikan ilmu, bimbingan serta arahan yang sangat bermanfaat didalam penyelesaian penulisan tesis ini.
3. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D dan Dr. Ing. Ir. Bambang Soemardiono, MT selaku Dosen Penguji yang telah memberikan masukan berupa kritik dan saran yang sangat membantu didalam penyempurnaan dan kelancaran penulisan tesis ini.
4. Ir. I Gusti Ngurah Antaryama, Ph.D selaku Ketua Departemen Arsitektur ITS dan Dr. Ima Defiana, ST, MT selaku Ketua Pascasarjana Arsitektur ITS atas kesempatan yang telah diberikan untuk menempuh pendidikan di Pascasarjana Arsitektur ITS.

5. Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEEnv selaku Ketua Laboratorium Arsitektur Sains Terapan yang telah memberikan izin didalam menggunakan fasilitas laboratorium.
6. Seluruh staf dan karyawan Pascasarjana ITS, Pascasarjana Arsitektur, Laboratorium Arsitektur lingkungan, Perpustakaan ITS, Ruang Baca Arsitektur yang telah membantu penulis.
7. Politeknik Negeri Bengkalis selaku pemberi kesempatan sebagai tenaga pendidik jurusan Teknik Sipil dan rekomendasi menempuh pendidikan pascasarjana pada Institut Teknologi Sepuluh Nopember.
8. Kementerian Riset dan Teknologi Pendidikan Tinggi (DIKTI) selaku pemberi beasiswa calon dosen PTN baru yang telah memberikan pendanaan berupa biaya kuliah selama proses perkuliahan.
9. Berbagai pihak selaku narasumber didalam penelitian ini, antara lain: BMKG Provinsi Riau, Bappeda Kota Selatpanjang, dan BPS Kota Selatpanjang atas bantuan informasi data tentang Kota Selatpanjang.
10. Seluruh rekan mahasiswa semua alur Pascasarjana Jurusan Arsitektur ITS khususnya alur Arsitektur Lingkungan atas saran, diskusi dan dukungan selama menjalani studi hingga menyelesaikan laporan tesis ini.
11. Seluruh rekan-rekan alumni maupun yang masih menempuh pendidikan pada Ikatan Pelajar Mahasiswa Kabupaten Bengkalis (IPMB) Surabaya atas dukungan dan semangatnya dari awal perkuliahan hingga selesainya penulisan laporan tesi ini.

Semoga Allah SWT selalu senantiasa melimpahkan rahmat, kasih sayang dan hidayah-Nya kepada seluruh pihak yang telah disebutkan di atas maupun pihak yang belum dapat disebutkan satu persatu. Penulis juga mengharapkan kritik dan saran yang membangun bagi kesempurnaan penelitian didalam tesis ini, dan semoga tesis ini dapat bermanfaat bagi pembaca.

Hormat saya

Penulis

PENGARUH DESAIN CANYON BANGUNAN TERHADAP LINGKUNGAN TERMAL DI DAERAH PESISIR KOTA SELATPANJANG

Nama Mahasiswa : Bobby Rahman
NRP : 08111550040003
Pembimbing : Dr. Ima Defiana, S.T, M.T
Co-Pembimbing : Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBE

ABSTRAK

Meningkatnya jumlah lantai bangunan di Kota Selatpanjang memberikan perubahan pada desain geometri *canyon* bangunan. *Canyon* disini merupakan ruang linier diantara bangunan dan berperan sebagai ventilasi perkotaan. Efek dari perubahan tersebut menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi sinar matahari dan penghalang aliran udara sehingga mempengaruhi kinerja lingkungan termal yang dapat mengarah terjadinya fenomena *Urban Heat Island (UHI)*. Adanya keterkaitan antara bangunan dan kinerja lingkungan termal menyebabkan perlunya kajian terhadap desain *canyon* bangunan didalam kondisi yang berbeda yaitu kondisi yang dipengaruhi oleh bangunan penghalang tepi air.

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan simulasi *software ENVI-met V3.1*. Koleksi data didapat dari studi lapangan dan simulasi. Studi lapangan mengidentifikasi aspek lingkungan dan bangunan yang meliputi: 1) Area terbangun (*Build up area*); 2) Desain geometri *canyon* didefinisikan oleh aspek rasio tinggi bangunan berbanding lebar jalan (H/W) dan panjang koridor jalan (*canyon*) berbanding lebar jalan (L/W). Eksperimen dilakukan pada desain geometri *canyon* perkotaan dengan hasil akhir dapat memaparkan kinerja lingkungan termal yang dihasilkannya.

Hasil penelitian ini menunjukkan desain *canyon* dengan H/W tinggi pada Kota Selatpanjang menghasilkan temperatur udara lebih rendah dibandingkan desain *canyon* dengan H/W rendah. Selisih perbandingan kedua tipe desain *canyon* yaitu 1-2.4 °C. Pada kondisi eksperimen, H/W tetap menghasilkan kondisi yang sama dengan pengukuran lapangan. Meskipun didalam kondisi tanpa bangunan penghalang tepi air dengan kenaikan nilai kecepatan aliran udara hingga 2.4 m/s tidak memberikan perubahan yang signifikan pada nilai temperatur udara baik pada *deep canyon* maupun *shallow canyon* yaitu dengan selisih hanya 0.44-0.91 °C. Sejalan dengan kondisi temperatur udara diatas, tidak adanya bangunan penghalang menurunkan nilai kelembaban udara sebesar 8-10%. Hal tersebut dikarenakan adanya pertukaran udara yang lebih baik didalam desain *canyon* bangunan jika dibandingkan skenario 2 dan 3. Pada kondisi L/W , *Short canyon* menghasilkan perubahan nilai kecepatan aliran udara lebih rendah jika dibandingkan *long canyon* pada semua level ketinggian.

Kata kunci: Kinerja lingkungan termal, Desain *canyon* bangunan, Bangunan penghalang tepi air

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

THE IMPACT OF CANYON DESIGN ON THE THERMAL ENVIRONMENT OF THE COASTAL AREA OF SELATPANJANG CITY

Student Name : Bobby Rahman
Student ID : 08111550040003
Supervisor : Dr. Ima Defiana, S.T, M.T
Co-Supervisor : Dr. Ir. Asri Dinapradipta, MBEEnv

ABSTRACT

The increasing number of floors in Selatpanjang city are places of canyon design geometry. This canyon is a linear space between buildings and functions as urban vents. The geometric effects of the building provide results for the process of sunlight reflection and the airflow barrier from the Urban Heat Island (UHI) environment. The existence of linkages between the Building and the environmental performance and resistance to the design of the building in different conditions with the condition of the building.

This research is an experimental research using ENVI-met V3.1 software simulation. Collection of data obtained from field study and simulation. Field studies identify environmental and building aspects that include: 1) Build up area; 2) The canyon geometry design is defined by the aspect of the height ratio of the building versus the width of the road (H/W) and the length of the road corridor (canyon) versus the width of the road (L/W). Conducting experiments on urban canyon geometry design with the final result can expose the urban coastal canyon design model of the coastal area and its thermal environmental performance.

The results of this study show that canyon design with high H/W at Kota Selatpanjang resulted in lower air temperature than canyon design with low H/W . Difference between the two types of canyon design is 1-2.4 °C. Under experimental conditions, H/W still produces the same conditions as field measurements. Although in a condition without a barrier building with an increase in airflow velocity up to 2.4 m/s does not provide significant changes in air temperature values in both the deep canyon and shallow canyon ie by a margin of only 0.44-0.91 °C. In line with the above air temperature conditions, the absence of a barrier building lowers the air humidity value by 8-10%. This is due to better air exchanges in the building canyon design when compared to scenarios 2 and 3. Under L/W conditions, short canyon results in a change in the value of lower airflow velocity when compared to long canyon at all altitude levels.

Keyword: Thermal environment, Design canyon building, Waterfront barrier building

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR ISI

	Halaman
LEMBARAN PENGESAHAN	v
SURAT PERNYATAAN KEASLIAN TESIS	vii
KATA PENGANTAR	ix
ABSTRAK	xi
ABSTRACT	xiii
DAFTAR ISI	xv
DAFTAR GAMBAR	xix
DAFTAR TABEL	xxiii
 BAB I PENDAHULUAN.....	 1
1.1 Latar Belakang	1
1.2 Perumusan Masalah	5
1.3 Tujuan Penelitian	6
1.4 Manfaat Penelitian	6
1.5 Batasan Penelitian	7
 BAB II KAJIAN PUSTAKA.....	 9
2.1 Iklim	9
2.1.1 Iklim Makro	10
2.1.2 Iklim Mikro	11
2.1.3 Karakter Iklim Kawasan Pesisir Daerah Tropis	13
2.2 Lingkungan Termal Ruang Luar	15
2.3 Desain <i>Canyon</i> Bangunan dan Kinerja Lingkungan Termal ..	20
2.4 Pengaruh <i>Urban Heat Island</i> pada Lingkungan Perkotaan.....	23
2.5 Sintesa Kajian Pustaka	24
 BAB III METODOLOGI PENELITIAN.....	 29
3.1 Paradigma Penelitian.....	29
3.2 Metode Penelitian.....	30
3.3 Variabel Penelitian	30
3.3.1 Definisi Variabel Penelitian	31
3.4 Populasi dan Sampel Penelitian.....	32
3.4.1 Populasi Penelitian	32
3.4.2 Sampel dan Kriteria Pemilihan Sampel	33
3.5 Koleksi Data.....	36
3.5.1 Jenis Data	36
3.5.2 Teknik Pengumpulan Data.....	36
3.6 Rancangan Eksperimen	39
3.7 Teknik Presentasi Data	42
3.8 Tahapan Penelitian	44
3.9 Teknik Analisa Data.....	45

3.9.1 Analisis Data Iklim	45
3.9.2 Analisis Kinerja Lingkungan Termal Kota Selatpanjang	46
3.9.3 Analisis Eksperimen Model Desain <i>Canyon</i> Bangunan Terhadap Kinerja Lingkungan Termal Perkotaan Daerah Pesisir	46
BAB IV PEMBAHASAN HASIL STUDI LAPANGAN	47
4.1 Lokasi Penelitian	47
4.2 Tinjauan Iklim Kota Selatpanjang	49
4.3 Kota Tua Selatpanjang Sebagai Area Studi	53
4.3.1 Karakteristik Desain <i>Canyon</i> 1	54
4.3.2 Karakteristik Desain <i>Canyon</i> 2	58
4.3.3 Karakteristik Desain <i>Canyon</i> 3	62
4.3.4 Karakteristik Desain <i>Canyon</i> 4	65
4.4 Karakteristik Desain <i>Canyon</i> dan Lingkungan Termal Kota Selatpanjang	68
BAB V PEMBAHASAN HASIL SIMULASI	73
5.1 Verifikasi Hasil Lapangan dan Hasil Simulasi	73
5.2 Tanpa Bangunan Penghalang (Skenario 1)	76
5.2.1 Kinerja Lingkungan Termal pada Desain <i>Canyon</i> Skenario 1	79
5.3 Bangunan Penghalang Dua Lantai (Skenario 2)	87
5.3.1 Kinerja Lingkungan Termal pada Desain <i>Canyon</i> Skenario 2	82
5.4 Bangunan Penghalang Empat Lantai (Skenario 3)	91
5.4.1 Kinerja Lingkungan Termal pada Desain <i>Canyon</i> Skenario 3	93
5.5 Aspek Rasio L/W didalam Mempengaruhi Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Desain <i>Canyon</i> Skenario 1	98
5.5.1 Pengaruh Aspek Rasio <i>L/W</i> Terhadap Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Ketinggian Bangunan 4 lantai	99
5.5.2 Pengaruh Aspek Rasio <i>L/W</i> terhadap Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Ketinggian Bangunan 2 lantai	102
5.6 Pengaruh Bangunan Penghalang Terhadap Skematik Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Desain <i>Canyon</i> Skenario 2 dan skenario 3	105
BAB VI KESIMPULAN DAN SARAN	111
6.1 Kinerja Lingkungan Termal Desain <i>Canyon</i> pada Kondisi Terkini Kota Selatpanjang	111
6.2 Pengaruh Desain <i>Canyon</i> Bangunan Terhadap Kinerja Lingkungan Termal pada Kondisi Eksperimen	112
6.3 Saran	116

DAFTAR PUSTAKA	117
LAMPIRAN	121
BIODATA	149

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR GAMBAR

	Halaman
Gambar 1.1 Kondisi Desain <i>Canyon</i> Kota Selatpanjang	3
Gambar 1.2 <i>Canyon</i> Pada Jalan Utama Kota Selatpanjang	3
Gambar 1.3 Ilustrasi Desain <i>Canyon</i>	4
Gambar 1.4 Tipe Desain <i>Canyon</i> : a) Desain <i>Canyon</i> yang Dangkal (<i>Shallow Canyon</i>); b) Desain <i>Canyon</i> yang Dalam (<i>Deep Canyon</i>).....	4
Gambar 2.1 Ilustrasi Kondisi Iklim Mikro Didalam Sebuah Lingkungan Perkotaan.....	12
Gambar 2.2 Pengaruh Dimensi dan Bentuk Bangunan Terhadap Ukuran Bayangan Angin	17
Gambar 2.3 Pengaruh Perletakan Massa Bangunan Terhadap Aliran Udara	18
Gambar 2.4 Pengaruh Ketinggian Bangunan Berbeda Terhadap Aliran Udara	18
Gambar 2.5 Perbedaan kecepatan aliran udara terkait tekstur permukaan bumi	19
Gambar 2.6 Model Aliran Udara Berdasarkan Perubahan Lebar Jalan	21
Gambar 2.7 Ilustrasi Panjang Desain <i>Canyon</i> pada Sebuah Lingkungan Perkotaan	22
Gambar 2.8 Konfigurasi Jalan di Dalam Mempengaruhi Aliran Udara	23
Gambar 3.1 Aspek Rasio H/W	31
Gambar 3.2 Aspek Rasio L/W	32
Gambar 3.3 Kawasan Penelitian Pusat Kota Selatpanjang Bagian Barat	33
Gambar 3.4 Jalan Terpilih Sebagai Sampel Penelitian	34
Gambar 3.5 Kondisi dan Situasi <i>Canyon</i> Bangunan Pada Jalan Imam Bonjol	35
Gambar 3.6 Titik-Titik Pengukuran Pada Desain <i>Canyon</i> Kota Selatpanjang	35
Gambar 3.7 Titik-Titik Lokasi Pengukuran Lapangan	38
Gambar 3.8 Kondisi Kecepatan Aliran Udara Pada Level Ketinggian yang Berbeda Pada Desain <i>Canyon</i> Bangunan	41
Gambar 3.9 Lima Titik Perubahan Kecepatan Aliran Udara Pada Model Eksperimen.....	42
Gambar 3.10 Pengolahan Data Profil Termal Pada <i>Tools Leonardo</i>	43
Gambar 3.11 Tahapan Penelitian Pengaruh Desain <i>Canyon</i> Bangunan Terhadap Kinerja Lingkungan Termal Kota Selatpanjang	44
Gambar 4.1 Peta Perkembangan Kota Selatpanjang.....	48
Gambar 4.2 Kawasan Selatpanjang Bagian Barat.....	48
Gambar 4.3 Kondisi Iklim Makro Kota Selatpanjang Dalam Kurun Waktu Lima Tahun.....	52
Gambar 4.4 Kondisi Desain <i>Canyon</i> Bangunan Jalan Imam Bonjol	53

Gambar 4.5	Grafik Kinerja Lingkungan Termal pada Desain <i>Canyon</i> 1	57
Gambar 4.6	Grafik Kinerja Lingkungan Termal pada Desain <i>Canyon</i> 2.....	61
Gambar 4.7	Grafik kinerja lingkungan termal pada desain <i>canyon</i> 3	64
Gambar 4.8	Grafik kinerja lingkungan termal pada desain <i>canyon</i> 4	67
Gambar 4.9	Grafik Perbandingan Temperatur Udara pada Desain <i>Canyon</i>	68
Gambar 4.10	Grafik Perbandingan Kelembaban Udara pada Desain <i>Canyon</i>	69
Gambar 4.11	Grafik Perbandingan Kecepatan Aliran Udara pada Desain <i>Canyon</i>	70
Gambar 4.12	Perbandingan Nilai H/W dan Temperatur Udara yang dihasilkan	71
Gambar 5.1	Hasil Simulasi Profil Temperatur Pukul 08.00.....	73
Gambar 5.2	Hasil Simulasi Profil Temperatur Pukul 10.00.....	74
Gambar 5.3	Hasil Simulasi Profil Temperatur Pukul 12.00.....	74
Gambar 5.4	Perbedaan Temperatur Udara Hasil Pengukuran Lapangan dan Hasil Simulasi Pada Desain <i>Canyon</i> 1	75
Gambar 5.5	Model Desain <i>Canyon</i> Perkotaan Pada Skenario 1 (Tanpa Bangunan Penghalang Tepi Pantai)	77
Gambar 5.6	Kondisi Kecepatan Aliran Udara Sebelum Masuk ke Dalam <i>Canyon</i> Pada Skenario 1	77
Gambar 5.7	Perbandingan Kondisi Temperatur Udara Model Eksperimen Skenario 1 dan <i>Base Model</i>	79
Gambar 5.8	Perbandingan Kondisi Kelembaban Udara Model Eksperimen Skenario 1 dan <i>Base Model</i>	81
Gambar 5.9	Perbandingan Kondisi Kecepatan Aliran Udara Model Eksperimen Skenario 1 dan <i>Base Model</i>	82
Gambar 5.10	Persentase Kenaikan Kecepatan Aliran Udara pada Model Skenario 1	83
Gambar 5.11	Model Desain <i>Canyon</i> Perkotaan Pada Skenario 2 (Bangunan Penghalang Dua Lantai Tepi Pantai)	85
Gambar 5.12	Bangunan Penghalang Menghasilkan Desain <i>Canyon</i> Orientasi Barat-Timur dan Merupakan Area <i>Leeward</i>	85
Gambar 5.13	Kondisi Kecepatan Aliran Udara Sebelum Masuk ke Dalam <i>Canyon</i> Pada Skenario 2	86
Gambar 5.14	Perbandingan Kondisi Temperatur Udara Model Eksperimen Skenario 2 dan <i>Base Model</i>	88
Gambar 5.15	Perbandingan Kondisi Kelembaban Udara Model Eksperimen Skenario 2 dan <i>Base Model</i>	89
Gambar 5.16	Perbandingan Kondisi Kecepatan Aliran Udara Pada Model Eksperimen Skenario 2 dan <i>Base Model</i>	90
Gambar 5.17	Persentase Kenaikan Kecepatan Aliran Udara pada Model Skenario 2	90
Gambar 5.18	Model Desain <i>Canyon</i> Perkotaan Pada Skenario 3 (Bangunan Penghalang Empat Lantai Tepi Pantai)	92
Gambar 5.19	Kondisi Kecepatan Aliran Udara Sebelum Masuk ke Dalam <i>Canyon</i> Pada Skenario 3	92

Gambar 5.20	Perbandingan Kondisi Temperatur Udara Model Eksperimen Skenario 3 dan <i>Base Model</i>	94
Gambar 5.21	Perbandingan Kondisi Kelembaban Udara Model Eksperimen Skenario 3 dan <i>Base Model</i>	96
Gambar 5.22	Perbandingan Kondisi Kecepatan Aliran Udara Model Eksperimen Skenario 3 dan <i>Base Model</i>	97
Gambar 5.23	Persentase Kenaikan Kecepatan Aliran Udara pada Model Skenario 3	97
Gambar 5.24	Perbandingan kecepatan aliran udara pada ketinggian JLB 4..	101
Gambar 5.25	Perbandingan Kecepatan Aliran Udara pada Ketinggian JLB 2.....	104
Gambar 5.26	Kontur Nilai Kecepatan Aliran Udara Pada Area <i>Leeward</i> Pada Skenario 2 (2A) dan Skenario 3 (3A)	106
Gambar 5.27	Arah Aliran Udara Akibat Perbandingan Ketinggian Bangunan Penghalang dan Bangunan Desain <i>canyon</i> pada Skenario 2 (2A)	107
Gambar 5.28	Grafik Perubahan Kecepatan Aliran Udara Pada Model Skenario 2 (2A)	108
Gambar 5.29	Grafik Perubahan Kecepatan Aliran Udara Pada Model Skenario 2 (2B).....	108
Gambar 5.30	Grafik perubahan kecepatan aliran udara pada model skenario 3 (3A)	109
Gambar 5.31	Grafik perubahan kecepatan aliran udara pada model skenario 3 (3B)	109
Gambar 6.1	Perbandingan Temperatur Udara pada Variasi Nilai H/W.....	113
Gambar 6.2	Perbandingan kecepatan aliran udara pada level <i>urban canopy layer</i>	114
Gambar 6.3	Perbandingan kecepatan aliran udara pada level <i>urban boundary layer</i>	115

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

DAFTAR TABEL

	Halaman
Tabel 2.1 Pembagian Iklim Menurut Letak Geografis.....	10
Tabel 2.2 Variasi Iklim Akibat Perubahan Altitude.....	11
Tabel 2.3 Skala Iklim Mikro	11
Tabel 2.4 Kecepatan Aliran Udara dan Temperatur Udara Kering Rancangan	16
Tabel 2.5 Parameter <i>Terrain</i> Berdasarkan <i>Gradient Height</i>	19
Tabel 2.6 Dasar Pengetahuan (Base of Knowledge) Dalam Penelitian	28
Tabel 3.1 Kepadatan Penduduk Menurut Desa/Kelurahan Kota Selatpanjang	32
Tabel 3.2 Jenis dan Teknik Pengumpulan Data	37
Tabel 3.3 Kelompok Model Eksperimen (Desain <i>Canyon 1</i>)	39
Tabel 4.1 Data Iklim Kota Selatpanjang	49
Tabel 4.2 Karakteristik Desain <i>Canyon 1</i>	55
Tabel 4.3 Profil Iklim Desain <i>Canyon 1</i>	56
Tabel 4.4 Karakteristik Desain <i>Canyon 2</i>	58
Tabel 4.5 Profil Iklim Desain <i>Canyon 2</i>	60
Tabel 4.6 Karakteristik Desain <i>Canyon 3</i>	62
Tabel 4.7 Profil Iklim Desain <i>Canyon 3</i>	63
Tabel 4.8 Karakteristik Desain <i>Canyon 4</i>	65
Tabel 4.9 Profil Iklim Desain <i>Canyon 4</i>	66
Tabel 5.1 Hasil Deviasi Pada Desain <i>Canyon 1</i>	75
Tabel 5.2 Enam Model Eksperimen Pada Skenario 1	78
Tabel 5.3 Perbandingan Nilai Temperatur Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 1 dan <i>Base Model</i>	80
Tabel 5.4 Perbandingan Nilai Kelembaban Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 1 dan <i>Base Model</i>	80
Tabel 5.5 Perbandingan Nilai Kecepatan Aliran Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 1 dan <i>Base Model</i>	81
Tabel 5.6 Enam Model Eksperimen pada Skenario 2	86
Tabel 5.7 Perbandingan Nilai Temperatur Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 2 dan <i>Base Model</i>	87
Tabel 5.8 Perbandingan Nilai Kelembaban Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 2 dan <i>Base Model</i>	89
Tabel 5.9 Perbandingan Nilai Kecepatan Aliran Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 2 dan <i>Base Model</i>	91
Tabel 5.10 Enam Model Eksperimen Pada Skenario 3	93
Tabel 5.11 Perbandingan Nilai Temperatur Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 3 dan <i>Base Model</i>	95
Tabel 5.12 Perbandingan Nilai Kelembaban Udara pada Seluruh Model Eksperimen Skenario 3 dan <i>Base Model</i>	95
Tabel 5.13 Perbandingan Nilai Kecepatan Aliran Udara Pada Seluruh	

	Model Eksperimen skenario 3 dan <i>Base Model</i>	96
Tabel 5.14	Desain <i>Canyon</i> dan Nilai Aspek Rasio L/W	99
Tabel 5.15	Perubahan Kecepatan Aliran Udara yang Dihasilkan pada Model Eksperimen Skenario 1 (1A, 1D, dan 1F)	99
Tabel 5.16	Perubahan Rata-Rata Kecepatan Aliran Udara (Model 1A, 1D, dan 1F)	102
Tabel 5.17	Perubahan Kecepatan Aliran Udara yang Dihasilkan pada Model Eksperimen Skenario 1 (1B, 1C, dan 1E)	102
Tabel 5.18	Perubahan Rata-Rata Kecepatan Aliran Udara (Model 1B, 1C, dan 1E).....	105
Tabel 5.19	Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Model Eksperimen Skenario 2 (2A dan 2B) dan Skenario 3 (3A dan 3B)	105

BAB I

PENDAHULUAN

1.1. Latar Belakang

Seiring perkembangan dan dinamika masyarakat, beberapa kota wilayah pesisir atau tepi air mengalami peningkatan dari segi fungsi kawasan. Pada awalnya hanya berfungsi sebagai permukiman, karena terjadinya pertumbuhan yang cepat beberapa kawasan kota mengalami peningkatan fungsi kawasan, seperti: perdagangan jasa, perkantoran bahkan industri sehingga hal tersebut menyebabkan munculnya bangunan-bangunan dengan ketinggian berbeda yang menghasilkan perubahan pada geometri desain *canyon* bangunan. *Canyon* merupakan ruang linier diantara bangunan yang berperan sebagai ventilasi perkotaan (Erell dkk, 2011). Perubahan yang terjadi pada desain *canyon* bangunan memiliki dampak tidak adanya ruang yang cukup di dalam proses pelepasan panas melalui aliran udara. Sementara itu, kebutuhan akan pendinginan melalui aliran udara sangat dibutuhkan seiring terjadinya perubahan pada fisik kota terutama pada perubahan penggunaan lahan yang dapat mengarah terjadinya fenomena *Urban Heat Island (UHI)*, yaitu fenomena terjadinya peningkatan temperatur di pusat kota (Cha dkk, 2007).

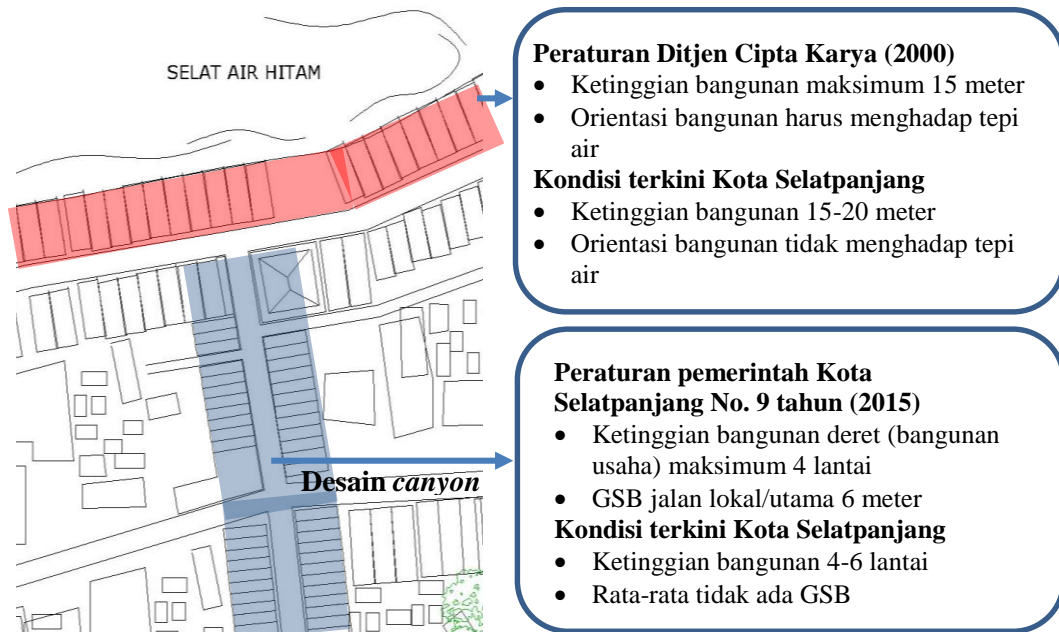
Oke, dkk (1981) mengatakan bahwa di dalam perubahan geometri perkotaan akan membentuk sebuah *canyon*. Adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) menghasilkan pengaruh pada mitigasi panas. Bangunan dengan ketinggian berbeda menahan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan sehingga panas kemudian terjebak di dalam *canyon* perkotaan menyebabkan lingkungan perkotaan menjadi lebih panas daripada lingkungan lainnya. Perkembangan pembangunan yang semakin pesat di sepanjang tahun akan mempengaruhi perubahan iklim mikro di lingkungan. Aynsley (1977) menjelaskan bahwa, pergerakan udara di lingkungan luar dipengaruhi oleh keberadaan penghalang seperti bangunan dan vegetasi yang terbentuk karena adanya kombinasi bentuk, ketinggian dan jarak pada karakter tapak tertentu. Konfigurasi bangunan berupa orientasi, ketinggian, *overhangs*, serta bentuk atap dapat menyebabkan terjadinya pembelokan dan perubahan kecepatan udara di lingkungan (Boutet,

1987). Berdasarkan teori tersebut, keberadaan dan konfigurasi penghalang pada karakteristik tapak tertentu, akan mempengaruhi pergerakan udara di sekeliling bangunan, sehingga akan mempengaruhi pembentukan iklim mikro. Pada iklim tropis seperti halnya Indonesia, salah satu faktor pencegahan panas dan pengoptimalan pelepasan panas yang dapat dimanfaatkan yaitu angin. Erell, dkk (2011) mengatakan bahwa pendinginan melalui aliran udara membantu meringankan dampak buruk UHI terhadap iklim mikro daerah tropis. Kecepatan angin 1-1,5 m/s menciptakan pendinginan yang setara dengan penurunan suhu 2°C.

Dalam beberapa tahun terakhir, perhatian masyarakat terhadap isu global tentang perubahan lingkungan termal telah menghasilkan banyak studi. Diantaranya, penelitian tentang pengaruh aspek rasio tinggi bangunan berbanding lebar jalan (H/W) terhadap intensitas *UHI* pada lingkungan *canyon* perkotaan oleh Takkanon, dkk (2015). Studi penilaian lingkungan termal pada desain *canyon* perkotaan tepi air oleh Rajagopalan, dkk (2014). Dari sejumlah penelitian tersebut dapat diketahui bahwa didalam kajian lingkungan termal ruang luar terdapat variabel-variabel yang diteliti dan dianalisa, yaitu: 1) Empat variabel iklim, meliputi: suhu udara, suhu radiasi rata-rata; kelembaban; dan pergerakan udara atau kecepatan angin, 2) Aspek lingkungan, yaitu: dimensi desain *canyon* lingkungan, peruntukan lahan terbuka hijau, 3) Variabel lain yang mempengaruhi lingkungan termal yaitu karakteristik bangunan itu sendiri yang melingkupi: Fungsi (penggunaan ruang, structural, simbolis, dan lain-lain), geometri (bentuk, prinsip tatanan, dan lain-lain) dan langgam (meliputi periode, lokasi atau geografi, politik atau kekuasaan, etnik, budaya, dan lain-lain) (Sulistijowati, 1991).

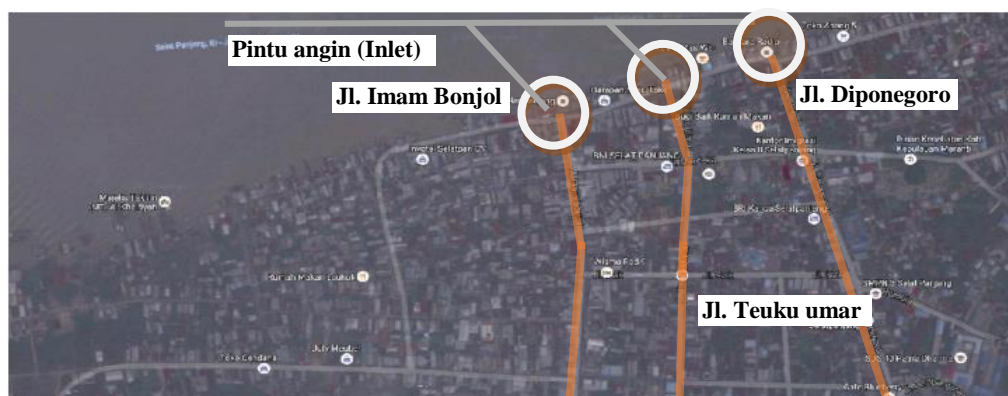
Kota Selatpanjang merupakan salah satu kota daerah pesisir yang mengalami peningkatan dari segi fungsi kawasan sehingga hal demikian mengakibatkan munculnya bangunan-bangunan baru dengan ketinggian berbeda dan bangunan-bangunan lama yang direnovasi ketinggiannya sehingga bertambahnya jumlah lantai bangunan (JLB). Meningkatnya JLB pada Kota Selatpanjang terjadi pada bangunan tepi air dan bangunan disepanjang jalan utama kota. Jika berpedoman kepada peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000) tentang penataan kawasan dan bangunan tepi air daerah pesisir tentu kondisi yang terjadi pada hari ini tidak sesuai dengan peraturan yang berlaku. Ditjen Cipta Karya menetapkan

ketinggian bangunan maksimum 15 meter dengan orientasi bangunan harus menghadap tepi air karena hal tersebut terkait posisi bangunan terhadap matahari dan arah tiupan angin. Begitu juga dengan bangunan disepanjang jalan utama kota juga tidak sesuai dengan peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah Kota Selatpanjang mengenai tinggi bangunan dan garis sempadan bangunan (GSB) (Gambar 1.1).



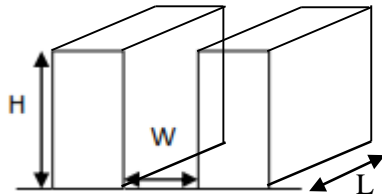
Gambar 1. 1 Kondisi desain *canyon* Kota Selatpanjang

Adanya permasalahan yang terjadi seperti yang telah dijelaskan diatas tentu memberikan pengaruh terhadap kinerja *canyon* perkotaan yang pada lokasi penelitian berperan sebagai ventilasi lingkungan dan merupakan jalur utama yang menghubungkan kawasan tepi air menuju kawasan pengembangan yang berada jauh dari tepi air (Gambar 1.2).



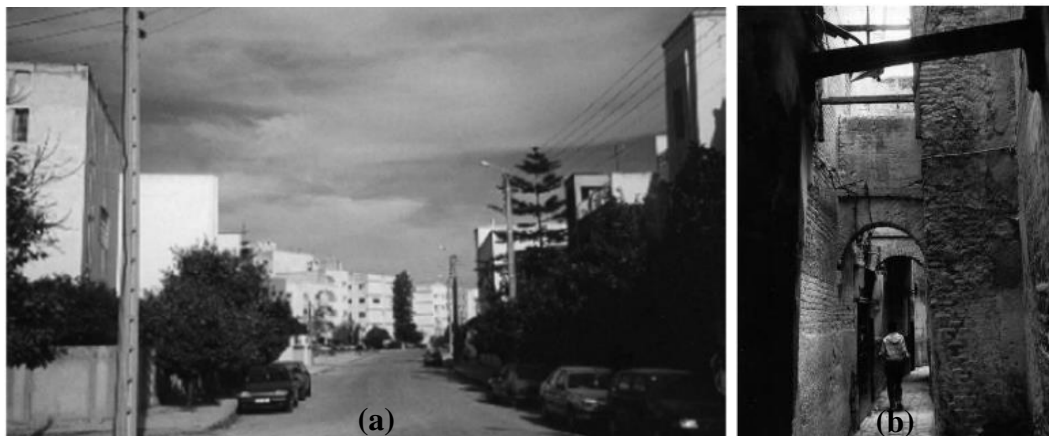
Gambar 1. 2 *Canyon* pada jalan utama Kota Selatpanjang

Canyon yang dimaksud diatas merupakan ruang linier diantara bangunan. Kinerja lingkungan termal didalamnya dipengaruhi oleh aspek rasio tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) (Erell dkk, 2011). Johansson (2006) dan Bakarman, dkk (2015) membagi desain *canyon* menjadi dua bentuk yaitu desain *canyon* yang dalam (*deep canyon*) dan desain *canyon* yang dangkal (*shallow canyon*). Desain *canyon* yang dalam ditunjukkan dengan bentuk bangunan yang kompak, jalan-jalan yang sempit, area terbangun (*build up area*) dengan persentase tinggi, dll. Sedangkan desain *canyon* yang dangkal sudah menerapkan garis sempadan bangunan sehingga area terbangun menjadi lebih rendah, koridor jalan yang lebar dan kondisi bangunan tidak lagi kompak karena sudah memiliki jarak dengan bangunan lainnya.



Gambar 1. 3 Ilustrasi desain *canyon*

Pada penelitian Vardoulakis, dkk (2003) mengatakan panjang *canyon* (L) didefinisikan Adanya persimpangan yang besar (jalan utama) yang membagi panjang sebuah *canyon*. Pada penelitian Hang, dkk (2010) menguji panjang *canyon* untuk melihat perubahan kecepatan aliran udara didalam sebuah desain *canyon* bangunan.



Gambar 1. 4 Tipe desain *canyon*: a) desain *canyon* yang dangkal (*shallow canyon*); b) desain *canyon* yang dalam (*deep canyon*) (Johansson, 2006)

Dalam dan dangkalnya sebuah desain *canyon* dapat dilihat dari variasi nilai H/W . Pada penelitian Johansson (2015) Nilai H/W *deep canyon* yaitu 9.7, sedangkan *shallow canyon* yaitu 0,6. Nilai tersebut terdapat perbedaan dengan penelitian Bakarman, dkk (2015). Penelitian Bakarman, dkk (2015) mendapati nilai H/W *deep canyon* dengan nilai yang lebih rendah dari penelitian Johansson yaitu 2.2, sedangkan *shallow canyon* hanya 0.42. Kesamaan yang dapat disimpulkan dari perbedaan nilai aspek rasio H/W tersebut yaitu *deep canyon* akan memiliki nilai yang lebih tinggi dari nilai yang dimiliki oleh *shallow canyon* karena adanya karakteristik elemen pembentuk desain perkotaan yang telah dijelaskan diatas.

Munculnya bangunan-bangunan dengan ketinggian yang berbeda yang menghasilkan perubahan pada geometri desain *canyon* bangunan diduga berpengaruh terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan karena menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi sinar matahari dan penghalang aliran udara. Sementara itu, kebutuhan akan pendinginan melalui aliran udara sangat dibutuhkan seiring perubahan pada fisik kota terutama pada perubahan penggunaan lahan yang dapat mengarah terjadinya fenomena *Urban Heat Island (UHI)*. Dari penjelasan tersebut diatas penelitian ini mengevaluasi kinerja lingkungan termal pada kondisi terkini desain *canyon* Kota Selatpanjang dan menganalisa pengaruh dari variasi model desain *canyon* perkotaan terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan didalam kondisi yang berbeda yaitu kondisi yang dipengaruhi oleh bangunan penghalang tepi air yang terkait dengan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000).

1.2. Perumusan Masalah

Meningkatnya jumlah lantai bangunan (JLB) di Kota Selatpanjang menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi sinar matahari dan penghalang aliran udara pada lingkungan *canyon* bangunan dikarenakan adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W). Sementara itu, kebutuhan akan pendinginan melalui aliran udara sangat dibutuhkan seiring perubahan pada fisik kota terutama pada perubahan penggunaan lahan yang dapat mengarah terjadinya fenomena *Urban Heat Island (UHI)*. Adanya keterkaitan antara bangunan terhadap kinerja lingkungan termal menyebabkan perlunya kajian terhadap geometri desain *canyon* bangunan didalam kondisi yang berbeda yaitu kondisi yang dipengaruhi

oleh bangunan penghalang tepi air yang terkait dengan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000).

Dari pernyataan permasalahan di atas, beberapa pertanyaan penelitian diajukan sebagai berikut:

1. Bagaimana kinerja lingkungan termal desain *canyon* pada kondisi terkini Kota Selatpanjang yang dipengaruhi oleh bangunan penghalang tepi air?
2. Bagaimana pengaruh desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal Kota Selatpanjang?

1.3. Tujuan Penelitian

Penelitian ini bertujuan memaparkan kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* bangunan. Untuk mencapai tujuan penelitian dilakukan dengan cara sebagai berikut:

1. Menganalisa kinerja lingkungan termal desain *canyon* pada kondisi terkini yang dipengaruhi oleh bangunan penghalang tepi air.
2. Menganalisa variasi model desain *canyon* bangunan melalui kajian aspek rasio H/W dan L/W terhadap kinerja lingkungan termal.

1.4. Manfaat Penelitian

Hasil dari penelitian ini diharapkan dapat memberikan manfaat dan kontribusi baik secara teoritis maupun secara praktis, yaitu sebagai berikut:

1. Menambahkan wawasan tentang variasi desain geometri *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan didalam kondisi dan situasi yang ada di Kota Selatpanjang.
2. Model desain *canyon* perkotaan yang dihasilkan pada penelitian ini diharapkan dapat menjadi pertimbangan bagi masyarakat setempat, arsitek, perencana, maupun pemerintah didalam mendisain perkotaan daerah pesisir kedepannya dengan mempertimbangkan desain geometri *canyon* perkotaan didalam pengaruhnya terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan daerah pesisir.
3. Penelitian ini dapat memberikan informasi pengetahuan kepada pemerintah setempat tentang kinerja lingkungan termal yang dihasilkan oleh model desain

canyon perkotaan didalam perubahan kepadatan yang telah dijelaskan oleh peraturan Ditjen Cipta Karya (2000).

1.5. Batasan Penelitian

Batasan masalah ditentukan agar pembahasan penelitian yang akan dilakukan nantinya tidak melebar dan melakukan pembahasan-pembahasan di luar konteks yang telah ditentukan. Adapun batasan masalah tersebut adalah:

1. Batasan lokasi penelitian difokuskan pada kawasan Selatpanjang bagian barat. Radius penelitian berada didalam kisaran 350 m² dengan pertimbangan merupakan radius yang didalamnya terdapat tingginya kepadatan bangunan, populasi serta aktivitas masyarakat.
2. Desain *canyon* bangunan yang akan diteliti merupakan salah satu dari jalan utama perkotaan yang berorientasi utara-selatan, yaitu: 1) Jalan Imam bonjol; 2) Jalan Teuku umar; dan 3) Jalan Diponegoro.
3. Peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) terkait dengan bangunan penghalang digunakan sebagai perbandingan kondisi didalam melihat kinerja desain *canyon* bangunan.
4. Peraturan pemerintah Kota Selatpanjang Nomor 09 (2015) terkait dengan geometri bangunan digunakan sebagai acuan dimensi awal didalam menghasilkan variasi nilai aspek rasio H/W dan L/W pada tahap eksperimen.

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB II

KAJIAN PUSTAKA

Memburuknya sistim ventilasi lingkungan pada sebuah perkotaan di akibatkan terjadinya perubahan fisik kota yang dapat mengubah faktor penting di dalamnya (Cha dkk, 2007). Perubahan fisik tersebut yaitu munculnya bangunan-bangunan baru sehingga menghasilkan perubahan pada geometry desain *canyon* perkotaan. Efek dari perubahan tersebut menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi dan penyerapan sinar matahari, serta sebagai penghalang aliran udara, pada akhirnya akan meningkatkan temperatur lingkungannya (Bakarman dkk, 2014). Oke, dkk (1981) mengatakan bahwa dengan adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) menghasilkan pengaruh pada mitigasi panas. Bangunan dengan ketinggian berbeda menahan radiasi yang dipancarkan sehingga panas kemudian terjebak di dalam *canyon* perkotaan menyebabkan lingkungan perkotaan menjadi lebih panas dari pada lingkungannya.

Dari penjelasan singkat diatas, penelitian ini mengevaluasi kinerja lingkungan termal pada kondisi terkini Kota Selatpanjang dan menganalisa pengaruh variasi model desain *canyon* bangunan melalui kajian aspek rasio H/W dan L/W terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan daerah pesisir didalam kondisi meningkatnya jumlah lantai bangunan yang dibangun tidak sesuai dengan peraturan-peraturan yang berlaku.

2.1. Iklim

Iklim dibedakan menurut iklim makro dan mikro (Lippsmeier, 1994). Iklim makro adalah keseluruhan kejadian meteorologis khusus di atmosfer. Iklim makro dipengaruhi oleh kondisi topografis bumi dan perubahan peradaban di permukaannya. Iklim makro berhubungan dengan ruang yang besar seperti benua, negara dan lautan. Sedangkan iklim mikro berhubungan dengan ruang terbatas, seperti ruangan dalam kota, jalan dan taman kecil dengan cakupan wilayah ± 10 km. berikut penjelasan lebih lanjut mengenai skala iklim mikro dan iklim makro.

2.1.1. Iklim Makro

Secara makro Terdapat empat tipe iklim yang dapat dibedakan menurut kondisi spesifik dari suhu udara, kelembaban relatif, radiasi sinar matahari dan kecepatan angin (Szokolay, 1981), seperti terlihat pada Tabel 2.1.

Tabel 2. 1 Pembagian iklim menurut letak geografis

Tipe Iklim	Suhu udara (C°)	Kelembaban Relatif (%)	Radiasi Matahari (W/m ²)	Kecepatan Angin (m/det)
Dingin	15.0° - (-)2.0°	30 - 60	43	2.0 – 12.0
Tropis Kering	10.0° - 40.0°	30 – 50	1400	6.0 – 10.0
Tropis Lembab	23.0° - 34.0°	45 – 95	1020	1.1 – 4.3
Moderat	Musim panas	30 – 50	550	1.5 – 3.5
	22.0° - 30.0°			
	Musim Dingin	30 – 50	550	2.0 – 4.0
	14.0° - 22.0°			

Sumber: Szokolay (1981)

Menurut Lippsmeier (1994) dalam buku Bangunan Tropis, daerah disekitar khatulistiwa sampai sekitar 15° utara dan selatan merupakan iklim tropis lembab dan Indonesia berada dalam daerah tropis lembab ini, dengan ciri-ciri yaitu:

- Temperatur udara yang relatif panas sepanjang tahun dan kelembaban udara yang tinggi. Kelembapan udara rata-rata 80% dan mencapai maksimum sekitar pukul 6 pagi dan minimum pukul 2 siang. Kelembaban ini sama bagi dataran rendah, temperatur rata-ratanya adalah sekitar 32°C. Semakin tinggi letak suatu tempat terhadap permukaan laut, maka suhu udara akan berkurang rata-rata sekitar 0,6°C untuk kenaikan 100 m.
- Curah hujan tinggi dengan rata-rata 1500-2500 mm/tahun.
- Radiasi matahari rata-rata adalah 400 watt/m² sehari dan tidak banyak berbeda sepanjang tahun.
- Keadaan langit selalu berawan.

Variasi iklim dapat terjadi pada suatu daerah dengan adanya perubahan altitude dan jarak terhadap area pantai sebagai faktor utama yang berpengaruh. Ketinggian suatu permukaan akan mempengaruhi kondisi iklim sekitar daerah tersebut. Temperatur dapat berkurang lebih dari 1°C untuk setiap penambahan 100 meter ketinggian. Radiasi juga akan semakin mengalami peningkatan intensitas sebagaimana ketinggian bertambah. Daerah yang berada di dekat pantai dimana laut

mempunyai kapasitas termal yang lebih bagus daripada daratan, akan mengalami variasi temperatur rendah baik harian ataupun tahunan. Perbedaan antara lokasi pantai dan daratan bagian tengah (*inland*) ditandai oleh keadaan iklim panas yang menitik beratkan perbedaan kelembaban dan temperatur harian. Perbedaan ini dapat dilihat pada Tabel 2.2 di bawah ini:

Tabel 2. 2 Variasi iklim akibat perubahan altitude

Variabel iklim	Pengaruh pada jarak 10 km dari pantai
Temperatur harian	Penambahan antara 2–4 °C
Temperatur tahunan	Penambahan antara 3–4 °C
Kelembaban relatif	Biasanya rendah – sedikit berbeda dengan kondisi iklim panas lembab pada umumnya.
Kondisi langit	Kondisi langit yang tertutup awan sedikit lebih rendah daripada kondisi langit pada iklim panas lembab pada umumnya.
Radiasi	Semakin meningkat seiring dengan semakin rendahnya kelembaban dan kondisi langit yang tertutup awan
Kecepatan angin	Angin laut berakhir: 10–30% turun pada angin pantai (tergantung dengan bentuk topografi)
Curah hujan	Biasanya rendah, tetapi beberapa lokasi pantai memungkinkan dalam kondisi kering sementara curah hujan meningkat dengan peningkatan jarak daerah inland lebih dari 5–10 km sebelum berkurang pada jarak yang terbaik

Sumber: Bayong (2004)

2.1.2. Iklim Mikro

Iklim mikro berhubungan dengan ruang terbatas, seperti ruangan dalam kota, jalan dan taman kecil dengan cakupan wilayah ± 10 km. Iklim mikro dapat dijelaskan berdasarkan skala iklim yang ada di suatu tempat. Berikut beberapa pendapat mengenai skala iklim mikro, yaitu sebagai berikut:

Tabel 2. 3 Skala iklim mikro

Peneliti	Skala	Contoh wilayah
Boutet (1987)	Sangat kecil	Halaman; lansekap disekitar bangunan, pedestrian

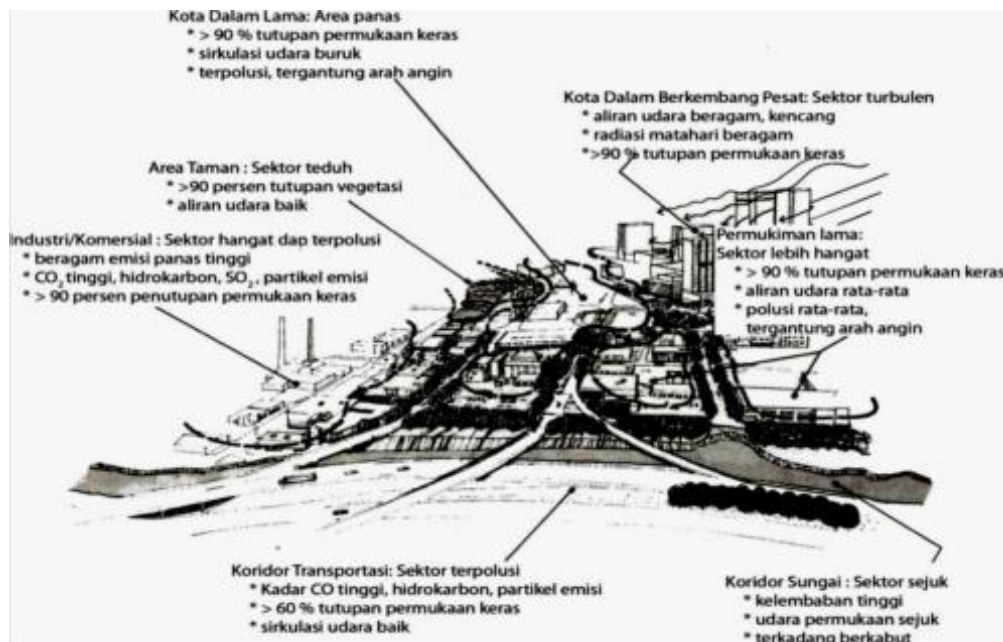
Peneliti	Tingkatan Iklim	Skala
Allard (1998)	Lokal	Radius ± 10 km

Sumber: Boutet (1987); Allard (1998)

Menurut Oke (2006) skala iklim mikro/site dengan batas wilayah sekitar 1 km horizontal dan vertical sampai dengan 100 m diterjemahkan sebagai iklim lingkungan yang dapat dipengaruhi oleh pembangunan perkotaan seperti

permukaan penutup lahan, ukuran dan jarak dari bangunan serta aktivitas. Hal tersebut diatas berhubungan langsung dengan dimensi bangunan tunggal, pohon, jalan, halaman, taman, dan lain-lain. Iklim mikro/site ini merupakan salah satu unsur yang penting bagi perancang bangunan.

Frick (2007) menambahkan bahwa faktor lokal yang mempengaruhi iklim di lapisan udara dekat permukaan bumi diantaranya adalah karakteristik vegetasi, badan air yang kecil dan aktivitas manusia yang dapat merubah kemurnian iklim mikro. Iklim mikro secara langsung mempengaruhi aktivitas manusia yang berada di dalamnya. Empat elemen utama iklim mikro yang dominan mempengaruhi manusia yaitu radiasi matahari, suhu udara, kelembaban udara dan pergerakan udara.



Gambar 2. 1 Ilustrasi kondisi iklim mikro didalam sebuah lingkungan perkotaan (Frick, 2007)

Didalam lingkungan perkotaan, iklim mikro dipengaruhi oleh bentuk desain ruang perkotaan, permukaan perkotaan dan aktivitas antropogenik yang tinggi sehingga menyebabkan peningkatan yang signifikan pada suhu udara (T_a) dan suhu permukaan (T_s) tergantung pada ukuran kota dan karakteristik iklim lokal. Salah satu bentuk desain ruang perkotaan yang timbul akibat dari pertumbuhan kota yaitu desain *canyon*. Desain *canyon* bangunan dipengaruhi oleh dua faktor, yaitu: 1) Ratio tinggi bangunan terhadap lebar jalan (H/W); 2) *Sky View Factor (SVF)*.

Pembahasan selengkapnya mengenai desain *canyon* bangunan pada Subbab 2.3 yang akan menjelaskan desain *canyon* bangunan didalam perannya sebagai ventilasi ruang perkotaan dan bagaimana kinerja termal yang dihasilkannya.

2.1.3. Karakter Iklim Kawasan Pesisir Daerah Tropis

Pengertian tentang pesisir sampai saat ini masih menjadi suatu pembicaraan, terutama penjelasan tentang ruang lingkup wilayah pesisir yang secara batasan wilayah masih belum jelas. Berikut ini adalah definisi dari beberapa sumber mengenai wilayah pesisir. Pengertian wilayah pesisir menurut kesepakatan terakhir internasional adalah merupakan wilayah peralihan antara laut dan daratan, ke arah darat mencakup daerah yang masih terkena pengaruh percikan air laut atau pasang surut, dan ke arah laut meliputi daerah paparan benua (*continental shelf*) (Dahuri dkk, 2001). Suprihayono (2007) juga menyatakan hal sama bahwa wilayah pesisir adalah wilayah pertemuan antara daratan dan laut ke arah darat wilayah pesisir meliputi bagian daratan, baik kering maupun terendam air, yang masih dipengaruhi oleh sifat-sifat laut seperti pasang surut, angin laut, dan perembesan air asin. Sedangkan ke arah laut wilayah pesisir mencakup bagian laut yang masih dipengaruhi oleh proses alami yang terjadi di darat seperti sedimentasi dan aliran air tawar, maupun yang disebabkan karena kegiatan manusia di darat seperti penggundulan hutan dan pencemaran.

Dari pengertian-pengertian di atas dapat di tarik suatu kesimpulan bahwa wilayah pesisir merupakan tempat percampuran antara daratan dan lautan, hal ini berpengaruh terhadap kondisi fisik dimana pada umumnya daerah yang berada di sekitar laut memiliki kontur yang relatif datar. Hal ini menunjukkan garis batas nyata wilayah pesisir tidak ada. Batas wilayah pesisir hanyalah garis khayalan yang letaknya ditentukan oleh kondisi dan situasi setempat. Namun pada beberapa kasus seperti halnya didalam bidang arsitektur lingkungan batas wilayah pesisir biasa dilihat dari kondisi iklim mikro dan pergerakan udara yang terjadi disetiap lokasi kawasan yang ada didaerah pesisir. Adapun karakter iklim di daerah dataran rendah mempunyai variasi cuaca sebagai berikut (Bayong, 2004):

- Temperatur udara

DBT rata-rata

: 27° C - 31° C

DBT rata-rata minimum : 22° C - 25° C

DBT maksimum ekstrim : 30° C - 34° C

DBT minimum ekstrim : 20° C - 23° C

- Kelembaban udara

Variasi kelembaban sangat kecil sepanjang tahun dengan perbedaan 5 K atau kurang pada kondisi musim panas, dimana kondisi kelembaban maksimum terjadi pada saat matahari terbit. Kondisi kelembaban tipikal pada musim panas, sebagai berikut:

Pagi hari	9 pagi	3 sore	9 malam
82%	70% RH	60% RH	70% RH

- Curah hujan

Terdapat 2 sumber dari kondisi curah hujan, yaitu curah hujan pada cuaca basah dan kering

Cuaca basah:	hari hujan/bulan	curah hujan/bulan
	20	250 mm
Cuaca kering:	8	40 mm

- Kondisi langit

Kondisi langit berawan sepanjang tahun berkisar 5 sampai dengan 7 oktal. Kondisi langit tertutup awan lebih dari 7 oktal terjadi selama musim hujan

- Radiasi matahari

Intensitas radiasi matahari dipengaruhi oleh kondisi langit, uap air, vegetasi, dan kondisi reflektansi tanah dan bangunan sekitar. Maksimum radiasi matahari per-hari secara global dari 500 milli-watt-jam/cm² pada bulan Januari sampai dengan 350 milli-watt-jam/cm² pada bulan juli.

- Kecepatan angin

Kecepatan angin tahunan meningkat seiring meningkatnya latitut sehingga pada daerah tropis kondisi kecepatan angin relative rendah.

- Kondisi khusus

Kondisi angin topan dan badai sering terjadi pada daerah tropis yang berada di garis lintang 5 derajat dan 25 derajat dengan kecepatan angin antara 45 – 70 m/dt.

2.2. Lingkungan Termal Ruang Luar

Profil iklim yang terdiri dari temperatur udara kering, kelembaban udara relatif, radiasi, dan kecepatan aliran udara merupakan profil yang akan selalu menjadi faktor objektif didalam lingkungan termal ruang luar. Aliran udara dan radiasi matahari menjadi faktor yang akan mempengaruhi kondisi temperatur udara dan kelembaban udara. Berikut penjelasan dari masing-masing faktor-faktor tersebut.

1. Temperatur Udara Kering

Suhu udara terdiri dari 2 macam suhu udara yaitu suhu udara biasa (*air temperature*) dan suhu radiasi rata-rata/rata-rata suhu permukaan (Mean Radiant Temperature = MRT). Suhu udara di ukur dengan termometer bola kering yang diletakkan 120 cm di atas permukaan tanah. MRT adalah radiasi rata-rata dari permukaan-permukaan bidang yang mengelilingi seseorang hingga 66% (Frick, 2007). Kondisi lingkungan termal (SNI 03 – 6572 - 2001) untuk kawasan tropis dapat dibagi menjadi:

- a. Sejuk nyaman, antara temperatur efektif 20,50 °C - 22,80 °C
- b. Nyaman optimal, antara temperatur efektif 22,80 °C - 25,80 °C
- c. Hangat nyaman, antara temperatur efektif 25,80 °C - 27,10 °C.

2. Kelembaban udara Relatif

Kelembaban udara merupakan kandungan uap air yang ada di dalam udara, sedangkan kelembaban relatif adalah rasio antara jumlah uap air di udara dengan jumlah maksimum uap air dapat ditampung di udara pada temperatur tertentu. Adapun faktor-faktor yang mempengaruhi kelembaban udara, yakni radiasi matahari, tekanan udara, ketinggian tempat, aliran udara, kerapatan udara, serta suhu. Untuk daerah tropis, kelembaban udara relatif yang dianjurkan antara 40% - 50% (SNI 03-6572-2001)

3. Radiasi

Komponen iklim yang berpengaruh besar pada lingkungan termal ruang luar adalah temperature radiative, baik yang berasal dari radiasi langsung sinar matahari, maupun karena kontribusi dari pemantulan radiatif oleh bahan bangunan pelapis permukaan ruang luar (Sangkertadi, 2013).

4. Kecepatan Aliran udara (Pergerakan Udara)

Angin adalah udara yang bergerak karena adanya gaya yang diakibatkan oleh perbedaan tekanan dan perbedaan suhu (Satwiko, 2009). Angin pada daerah iklim tropis–lembab cenderung minim, biasanya berhembus agak kuat di siang hari atau pada musim pancaroba. Gerakan udara tidak dapat mencegah terjadinya radiasi dari lapisan luar ke lapisan dalam tetapi dapat menyalurkan panas yang terbentuk di dalam ruang kosong tersebut. Kecepatan angin dapat diukur dengan anemometer. Untuk mempertahankan kondisi nyaman, maka kecepatan udara yang dirasakan diatas kepala tidak boleh lebih tinggi dari 0,25 m/detik dan lebih baik atau lebih rendah dari kecepatan 0,15 meter/detik. Kecepatan udara ini dapat lebih cepat dari 0,25 meter/detik hal ini tergantung dari temperatur udara kering rancangan (Tabel 2.5).

Tabel 2. 4 Kecepatan udara dan temperatur udara kering rancangan

Kecepatan udara, meter/detik	0,1	0,2	0,25	0,3	0,35
Temperatur udara kering, °C	25	26,8	26,9	27,1	27,2

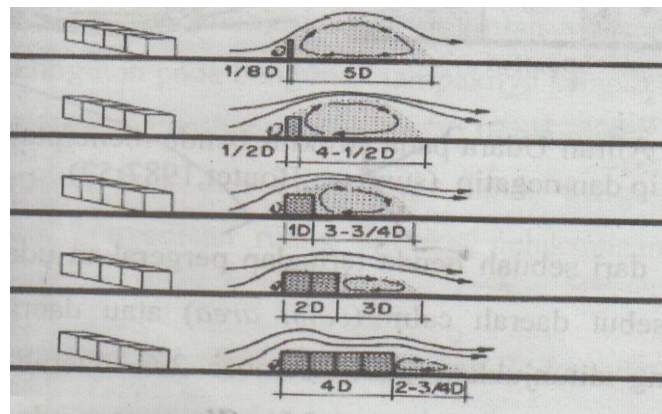
Sumber: SNI 03-6572-2001

Bangunan memiliki hubungan yang sangat erat terhadap terbentuknya iklim mikro di sekitarnya, termasuk pola aliran udara dan kecepatan aliran udara yang terjadi akibat modifikasi oleh sebuah bangunan. merujuk pada buku *Controlling Air Movement a Manual for Architect and Builders* oleh Boutet (1987), terdapat beberapa perilaku dasar aliran udara yang terjadi di sekitar bangunan dengan geometri kubus atau kotak (dimensi panjang=lebar=tinggi), diantaranya:

1. Bangunan sebagai objek penghalang aliran udara akan membelokkan, menghalangi dan mengarahkan aliran udara yang melewati disekitarnya.
2. Aliran udara yang terpecah akan menciptakan aliran berputar pada sisi windward dan leeward bangunan yang cenderung memiliki kecepatan udara yang rendah atau dapat dikatakan sebagai zona tenang.
3. Pembelokkan dan penurunan kecepatan angin yang terjadi akibat penghalang atau bangunan menciptakan perbedaan tekanan udara pada area depan (*Windward*), atap, samping dan belakang (*leeward*).

Perkembangan pembangunan yang semakin pesat di sepanjang tahun akan mempengaruhi perubahan iklim mikro di lingkungan. Aynsley (1977) menjelaskan bahwa, pergerakan udara di lingkungan luar dipengaruhi oleh keberadaan penghalang seperti bangunan dan vegetasi yang terbentuk karena adanya kombinasi bentuk, ketinggian dan jarak pada karakter tapak tertentu. Konfigurasi bangunan berupa orientasi, ketinggian, *overhangs*, serta bentuk atap dapat menyebabkan terjadinya pembelokan dan perubahan kecepatan udara di lingkungan (Boutet, 1987). Berdasarkan teori tersebut, keberadaan dan konfigurasi penghalang pada karakteristik tapak tertentu, akan mempengaruhi pergerakan udara di sekeliling bangunan, sehingga akan mempengaruhi pembentukan iklim mikro.

Perletakan massa bangunan yang berpola seperti papan catur akan membuat aliran udara lebih merata dan perletakan massa bangunan yang berpola sejajar akan menciptakan pola lompatan aliran udara yang tidak biasa dengan kantung turbulensinya Boutet (1987) (Gambar 2. 4).

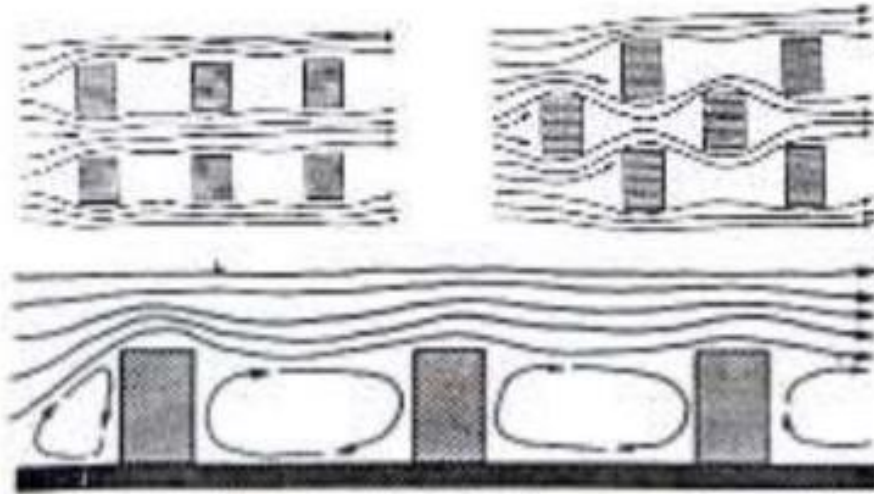


Gambar 2. 2 Pengaruh dimensi dan bentuk bangunan terhadap ukuran bayangan angin (Boutet, 1987)

Pada teori Boutet (1987) lainnya tentang pengaruh tinggi bangunan terhadap aliran udara, Boutet mengatakan perbandingan bangunan dengan panjang dan lebar yang sama, namun memiliki ketinggian yang berbeda menghasilkan aliran *eddy* dan zona tenang yang lebih panjang. Hal tersebut dipengaruhi oleh loncatan aliran udara yang terjadi pada bagian atas bangunan, sehingga aliran udara membutuhkan jarak yang lebih panjang untuk kembali pada aliran normalnya.

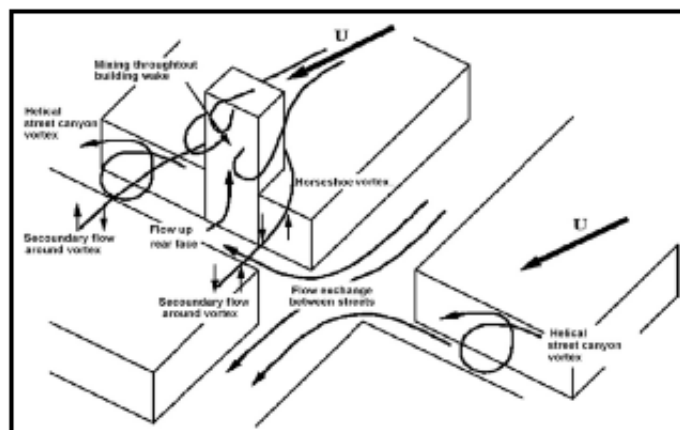
Pada daerah beriklim tropis lembab seperti halnya kawasan penelitian Kota Selatpanjang, kelembaban udara dan suhu udara yang tinggi menjadi masalah besar

untuk diatasi, oleh karena itu jalan-jalan yang lebar dan ruang-ruang terbuka yang cukup diantara bangunan menjadi faktor yang sangat penting guna menyediakan aliran udara yang bebas.



Gambar 2. 3 Pengaruh perletakan massa bangunan terhadap aliran udara (Boutet, 1987)

Pada penelitian Priyadarsini, dkk (2005) menyatakan adanya beberapa bangunan tinggi dari bangunan lainnya dapat meningkatkan kecepatan aliran udara hingga 90% untuk aliran paralel dan temperatur udara turun hingga 1 °C. Pada aliran tegak lurus, kecepatan aliran udara lebih meningkat dan temperatur udara turun 1,1 °C.



Gambar 2. 4 Pengaruh Ketinggian bangunan berbeda terhadap aliran udara (Shashegar, 2013)

Angin merupakan hasil dari interaksi antara pola aliran secara global dan tekanan regional serta pola temperatur yang tercipta karena pengaruh perbedaan

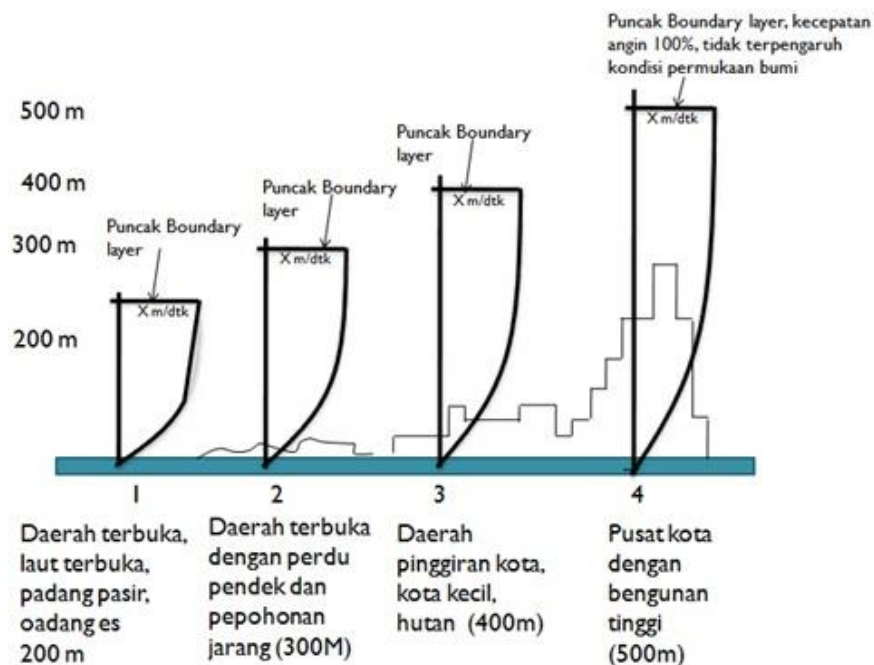
panasnya matahari pada daratan, hutan dan air, dimana kecepatan, arah dan *moisture* yang tercipta sangat dipengaruhi oleh kondisi topografi (Koenigsberger, 1973). Kecepatan aliran udara sangat dipengaruhi oleh karakteristik lokasi terkait topografi dan kekasaran permukaan. Berikut Tabel 2.5 memaparkan standarisasi dari parameter *terrain* berdasarkan *gradient height*.

Tabel 2. 5 Parameter *Terrain* berdasarkan *Gradient Height*

<i>Terrain Category</i>	<i>Terrain Description</i>	<i>Gradient height (Zg)</i>	<i>Mean Speed Exponent (α)</i>
1	Open sea, ice, tundra desert	250	0.11
2	Open country with low scrub or scattered tree	300	0.15
3	Suburban areas, small towns, well wooded areas	400	0.25
4	Numerous tall buildings, city centre, well developed industrial areas	500	0,36

Sumber: Aynsley, dkk (1977)

Berikut gambar ilustrasi perbedaan kecepatan aliran udara pada tekstur permukaan bumi seperti yang telah dijelaskan pada Tabel 2.5.



Gambar 2. 5 Perbedaan kecepatan aliran udara terkait tekstur permukaan bumi (Latifa, 2015)

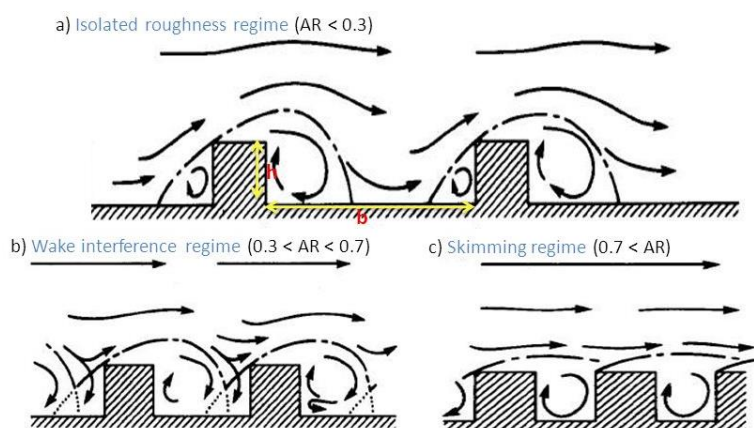
Berdasarkan Gambar 2.3 di atas, kondisi situasi di kawasan pusat Kota Selatpanjang lebih mendekati daerah terbuka dengan perdu pendek dan pepohonan

jarang (300 m). Namun pada kondisi sebenarnya, kawasan ini berada hanya 50 meter dari badan air, dan sebagian bangunan berada diatas badan air dengan ketinggian dan posisi bangunan tidak sesuai dengan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) yang menetapkan ketinggian bangunan maksimum 15 meter dengan bangunan menghadap ke tepi air.

2.3. Desain *Canyon* Bangunan dan Kinerja Lingkungan Termal

Desain *canyon* bangunan merupakan ruang linier diantara bangunan. Kinerja lingkungan termal didalamnya dipengaruhi oleh aspek rasio tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) (Erell dkk, 2011). Oke, dkk (1981) mengatakan bahwa didalam perubahan geometri perkotaan akan membentuk sebuah *canyon*. Adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) menghasilkan pengaruh pada mitigasi panas. Bangunan dengan ketinggian berbeda menahan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan sehingga panas kemudian terjebak di dalam *canyon* perkotaan menyebabkan lingkungan perkotaan menjadi lebih panas daripada lingkungannya. Desain *canyon* bangunan dibagi menjadi dua bentuk yaitu *canyon* yang dalam (*deep canyon*) dan *canyon* yang dangkal (*shallow canyon*). Desain *canyon* yang dalam ditunjukkan dengan bentuk bangunan yang kompak, jalan-jalan yang sempit, area terbangun (*build up area*) dengan persentase tinggi, dll. Sedangkan desain *canyon* yang dangkal memiliki area terbangun (*build up area*) dengan persentase rendah, koridor jalan yang lebar dan kondisi bangunan tidak lagi kompak karena sudah memiliki jarak dengan bangunan lainnya (Johansson, 2006). *Shallow canyon* memiliki $H/W < 0.5$ dan *deep canyon* memiliki $H/W \geq 2$ atau lebih tinggi (Shishegar, 2013). Pada penelitian Oke (1988) menyatakan standar yang baik untuk aspek rasio yaitu $0.4 < H/W < 0.6$. Rasio H/W yang mendekati angka 0.6 baik diterapkan pada desain *canyon* dengan orientasi sudut 45° . Oke (1988) juga mengatakan bahwa rasio H/W 0.4 merupakan pedoman geometri yang sesuai untuk desain perkotaan yang terletak pada garis lintang (katulistiwa). Hal tersebut berbeda dengan penelitian Takkanon (2016) yang mengatakan standar rasio H/W yang ditetapkan oleh pemerintah Kota Bangkok yaitu 2. Johansson (2006) dan Bakarman, dkk (2015) didalam penelitiannya tentang pengaruh aspek rasio H/W (*deep canyon* dan *shallow canyon*) terhadap kinerja

lingkungan termal pada kondisi iklim panas kering menyatakan bahwa beberapa ruang dan permukaan yang terbuka yang tidak ternaungi dan terlindungi oleh penghijauan atau unsur vegetasi maupun unsur bangunan dapat mengalami panas yang tinggi pada siang hari akibat penyerapan radiasi matahari dan selanjutnya memanaskan ruang sekitar yang ada pada lingkungan *canyon* perkotaan. Krishan (2001) mengatakan bahwa lebar jalan akan menentukan jumlah radiasi panas yang diterima oleh jalan itu sendiri dan selanjutnya ke lantai bangunan yang paling bawah. Dari beberapa peneliti tersebut melihat bahwa gang-gang atau koridor yang sempit ditinjau dari sisi termal sangat menguntungkan, terutama didalam penurunan temperatur udara pada lingkungan *canyon* perkotaan. Thomas dkk (2003) menyatakan aliran udara didalam desain *canyon* dibagi menjadi 2, yaitu: 1) *Urban canopy layer*; 2) *Urban boundary layer*. *Urban canopy layer* berada pada ketinggian dekat dari permukaan jalan (pedestrian), sedangkan *Urban boundary layer* berada pada ketinggian rata-rata bangunan perkotaan. Pada kondisi *urban canopy layer* kecepatan aliran udara lebih rendah karena adanya tingkat friksi yang tinggi oleh bangunan, pohon, dan aktivitas yang ada didalam desain *canyon* bangunan. Okeil (2010) mengatakan ada 3 model aliran udara dengan karakteristik yang berbeda dapat terjadi pada desain *canyon* bangunan yaitu: 1) *Isolated roughness*; 2) *Wake Interference*; 3) *Skimming* (Gambar . Ketiga model aliran udara tersebut terjadi seiring meningkatnya nilai rasio H/W melalui perubahan lebar jalan (W).

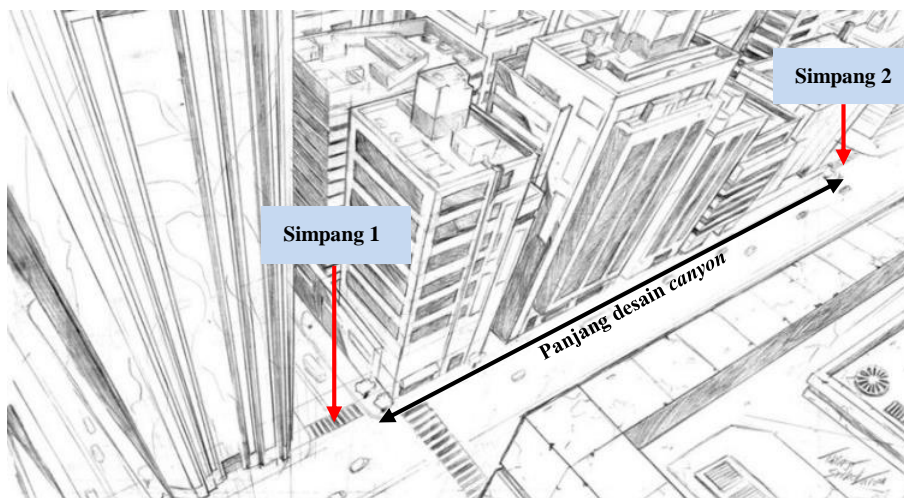


Gambar 2. 6 Model aliran udara berdasarkan perubahan lebar jalan (W) (Oke, 1988)

Toudert (2006) didalam penelitiannya menyatakan bahwa periode waktu dan hari terkait tingkat radiasi serta kenyamanan tingkat jalan sangat bergantung pada

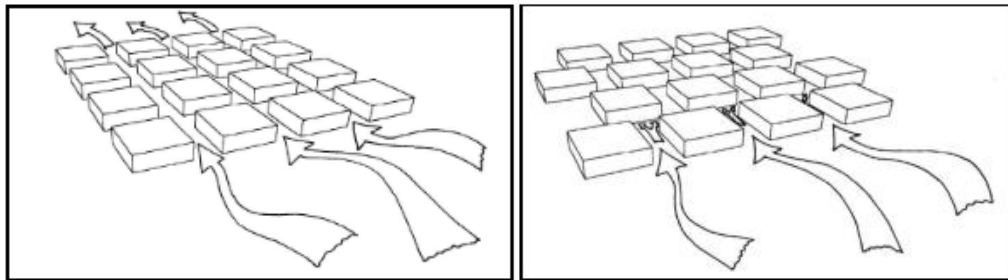
aspek rasio H/W dan orientasi. Pada penelitian Al Sallal dkk (2012) menyatakan desain *canyon* yang sempit (4 m dan kurang dari 4 m) dapat meningkatkan kecepatan aliran udara sehingga menghasilkan pendinginan pasif yang lebih baik. Ketika kecepatan aliran udara lebih tinggi 5 m/s, aliran udara dapat mencapai bagian *Urban canopy layer* dari *deep canyon*. Hal berbeda disampaikan oleh Chan, dkk (2001) yang mengatakan bahwa perkotaan yang memiliki lebar jalan yang lebih luas (W besar) dapat memberikan distribusi aliran udara yang baik. Terkait pemaknaan panjang sebuah desain *canyon*, Verdoulakis dkk (2003) dan Ahmad dkk, (2005) mengatakan bahwa panjang dari desain *canyon* dimulai dari persimpangan dan berakhir pada persimpangan berikutnya dengan terputusnya bangunan yang tertata berderet dan berdempet/berderet dan bercelah di kedua sisi jalan oleh persimpangan (Gambar 2.7). Ketiga peneliti tersebut juga mengatakan bahwa desain *canyon* diklasifikasikan secara simetris jika tinggi bangunan kira-kira sama tinggi, atau asimetris, jika terjadi perbedaan yang signifikan pada tinggi bangunan.

Hang, dkk (2010) menguji beberapa tipe panjang *canyon* bangunan (L) terhadap lebar jalan (W) pada lingkungan perkotaan bertingkat tinggi, yaitu $L 47,4$, $L 79$, $L 333$. Hasil yang didapat yaitu penurunan kecepatan aliran udara pada $L 47$ tidak terlalu besar dibandingkan $L 79$ dan $L 333$. Hal tersebut menunjukkan bahwa *canyon* yang lebih panjang akan mengakibatkan kecepatan aliran udara lebih rendah pada level pedestrian.



Gambar 2. 7. Ilustrasi panjang desain *canyon* pada sebuah lingkungan perkotaan (Ahmad dkk, 2005)

Selain geometri dan orientasi, Chan, dkk juga mengatakan konfigurasi jalan bisa mempengaruhi aliran udara pada *urban canopy layer*. Jalan yang lurus dan sejajar satu sama lain dapat menaikkan kecepatan aliran udara didalam desain *canyon* perkotaan namun juga dapat menyebabkan panas karena gerakan udara yang lurus. Sebaliknya jalan yang berliku dan sempit mengurangi aliran udara panas/aliran udara dingin dan mengurangi terjadinya badai (Pola ini tepat untuk iklim ekstrim).



Gambar 2. 8 Konfigurasi Jalan di dalam mempengaruhi aliran udara (Santamouris dkk, 1999)

Dari penjelasan desain *canyon* diatas dapat disimpulkan bahwa perubahan kondisi fisik sebuah perkotaan dengan desain *canyon* sebagai ventilasi perkotaan memberikan dampak terhadap kinerja lingkungan termal pada konteks iklim mikro yang akan selalu berkaitan dengan dua faktor pendukung, yaitu: H/W dan SVF . Beberapa peneliti juga menggunakan kajian L/W tergantung pada fokus apa yang mau dicapai didalam sebuah penelitian dan disesuaikan dengan kondisi dan ukuran kota serta karakteristik iklim lokal.

2.4. Pengaruh *Urban Heat Island* pada Lingkungan Perkotaan

Santamouris (1997) mengatakan *Urban Heat Island (UHI)* adalah suatu perbedaan temperatur antara daerah pusat kota dengan lingkungan sekitarnya (*rural area*). Perbedaan temperatur tersebut dipengaruhi oleh beberapa faktor seperti: bentuk kota, struktur kota, populasi kendaraan bermotor yang padat yang banyak mengeluarkan asap. Pendapat lain tentang *UHI* oleh Cha, dkk (2007) yang mengatakan bahwa fenomena *UHI* merupakan fenomena naiknya temperatur di pusat kota dikarenakan perubahan fisik kota terutama pada perubahan penggunaan lahan. Munculnya bangunan-bangunan baru menghasilkan perubahan pada geometri perkotaan. Efek dari perubahan tersebut menyediakan permukaan ganda

bagi proses refleksi dan penyerapan sinar matahari, serta sebagai penghalang aliran angin, pada akhirnya akan meningkatkan temperatur lingkungannya (Rajagopalan, 2014; Hang dkk, 2010).

Pada penelitian Takkanon (2016) tentang pengaruh rasio H/W terhadap intensitas UHI pada beberapa lingkungan perkotaan di Bangkok. Hasil menunjukkan pengaruh rasio H/W terhadap intensitas UHI menunjukkan angka keterkaitan $R=0.4989$, $0,4514$, dan $0,4739$ untuk 1 Juli (musim hujan), 5 November, dan 25 Desember (musim dingin). Pada penelitian lain oleh Rajagopalan (2014) tentang efek dari geometri perkotaan yang berbeda pada aliran angin terkait isu keberadaan pulau panas perkotaan di Muar. Intensitas pulau panas di pusat kota tercatat sebagai 4°C pada siang hari dan $3,2^{\circ}\text{C}$ selama malam hari. Rajagopalan melakukan modifikasi geometri perkotaan dengan hasil konfigurasi step up adalah geometri yang paling efektif karena dapat mendistribusikan aliran udara secara merata sehingga memungkinkan aliran udara mencapai sisi *leeward* paling bawah dari setiap bangunan.

Dari teori yang telah dipaparkan diatas Kota Selatpanjang bagian barat merupakan kota yang juga mengalami fenomena UHI . Terjadinya fenomena UHI disebabkan oleh beberapa aspek yang mempengaruhinya, seperti: bentuk kota, struktur kota, Munculnya bangunan-bangunan baru yang menggantikan area terbuka hijau dan lahan permukiman terutama bangunan yang berdiri disepanjang tepi air yang mempengaruhi distribusi aliran udara yang merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan didalam memodifikasi suhu pada lingkungan *canyon* perkotaan.

2.5. Sintesa Kajian Pustaka

Kota Selatpanjang pada kondisi hari ini mengalami fenomena *Urban Heat Island (UHI)* sebagai akibat dari perubahan fisik kota terutama pada perubahan penggunaan lahan (Santamouris, 1997; Cha dkk, 2007). Bentuk kota, struktur kota, populasi kendaraan bermotor yang padat yang banyak mengeluarkan asap dan munculnya bangunan-bangunan baru merupakan faktor terjadinya peningkatan temperatur pada Kota Selatpanjang. Meningkatnya jumlah lantai bangunan pada area terbangun yang berada di sepanjang tepi air juga menjadi permasalahan pada

kondisi hari ini. Jika berpedoman pada peraturan Ditjen Cipta Karya (2000), Ditjen Cipta Karya (2000) menetapkan ketinggian bangunan maksimum 15 meter dan orientasi bangunan harus menghadap tepi air karena hal tersebut terkait posisi bangunan terhadap matahari dan arah tiupan angin. Terkait dengan hal yang telah dijelaskan, Efek dari perubahan tersebut menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi dan penyerapan sinar matahari (Johansson, 2006; Bakarman dkk, 2014), serta sebagai penghalang aliran angin, pada akhirnya akan meningkatkan temperatur lingkungannya (Rajagopalan, 2014; Hang dkk, 2010). Oke, dkk (1981) berpendapat bahwa didalam perubahan geometri perkotaan membentuk sebuah *canyon*. Adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) menghasilkan pengaruh pada mitigasi panas. Bangunan dengan ketinggian berbeda menahan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan sehingga panas kemudian terjebak di dalam *canyon* perkotaan menyebabkan lingkungan perkotaan menjadi lebih panas.

Banyak para peneliti yang mencoba mengidentifikasi dan memodifikasi iklim mikro perkotaan dengan dasar permasalahan yang berbeda-beda. diantaranya: Niachou, dkk (2008); Erell, dkk (2011); Rajagopalan (2014); Johansson, (2006); Vardoulakis, dkk (2003); Hang, dkk (2010); Takkanon (2015). Para peneliti kinerja lingkungan termal perkotaan selalu akan berhubungan dengan faktor-faktor pembentuk fenomena *UHI*, yaitu: 1) faktor meteorologi (karakteristik iklim makro dan mikro, arah dan kecepatan aliran udara, kelembaban, dan tutupan awan); 2) faktor desain produk kota (kepadatan area terbangun, aspek rasio H/W , *Sky View Factor* (*SVF*), material bangunan) (Oke, 1981).

Pada penelitian Johansson (2006) yang menyelidiki aspek rasio H/W dengan membandingkan bentuk desain *canyon* yang dalam (*deep canyon*) dan desain *canyon* yang dangkal (*shallow canyon*) pada iklim panas kering. Johansson menunjukkan bahwa bentuk perkotaan yang kompak dengan desain *canyon* yang sangat dalam (H/W 9.7) memiliki efek pendinginan pada siang hari dengan nilai temperatur udara sebesar 36-42 °C, sedangkan bentuk yang tersebar (H/W 0.6) menciptakan lingkungan yang sangat tidak nyaman (*shallow canyon*) dengan nilai temperatur udara yaitu 30-31 °C. Didalam penelitian lain oleh Bakarman (2015) juga mengatakan hal yang sama yaitu intensitas *UHI* meningkat seiring penurunan

rasio H/W ($H/W\ 2.2 = 35.4\ ^\circ\text{C}$; $H/W\ 0.42 = 35.8$). Temperatur udara pada *shallow canyon* perkotaan lebih hangat daripada yang ada di lingkungan pedesaan sebesar 5% dan 15%. Bakarman juga mengatakan bahwa kenaikan temperatur udara pada *shallow canyon* disebabkan oleh paparan radiasi matahari yang tinggi pada permukaan jalan perkotaan. Pada malam hari terjadi kondisi yang berbeda yaitu *deep canyon* memiliki temperatur udara yang lebih tinggi dibandingkan *shallow canyon*. Hal tersebut dikarenakan karakteristik yang dimiliki *shallow canyon* memungkinkan penurunan temperatur udara lebih cepat dengan distribusi aliran udara yang baik dibandingkan *deep canyon*.

Didalam penelitian lain tentang desain *canyon* yang berhubungan dengan panjang dari desain *canyon*, beberapa peneliti melakukan penelitian dengan menggunakan aspek rasio L/W sebagai variabel penelitian. Aspek rasio L/W digunakan untuk dapat menganalisa perubahan kecepatan aliran udara terutama pada desain *canyon* yang memiliki beberapa variasi ukuran panjang *canyon* perkotaan. Vardoulakis, dkk (2003) mengatakan panjang desain *canyon* didefinisikan Adanya persimpangan yang besar yang memberikan jarak pada panjang desain *canyon* bangunan. Desain *canyon* bangunan juga diklasifikasikan secara simetris jika tinggi bangunan kira-kira sama, atau asimetris, jika terjadi perbedaan yang signifikan pada tinggi bangunan. Pengujian lainnya tentang pengaruh panjang canyon perkotaan terhadap kecepatan aliran udara juga dilakukan oleh Hang, dkk (2010). Pada penelitian tersebut diuji rasio L/W pada beberapa tipe panjang *canyon* bangunan, yaitu $L\ 47,4$, $L\ 79$, $L\ 333$. Hasil yang didapat yaitu penurunan kecepatan aliran udara pada $L\ 47$ tidak terlalu besar dibandingkan $L\ 79$ dan $L\ 333$. Hal tersebut menunjukkan bahwa *canyon* yang lebih panjang akan mengakibatkan kecepatan aliran udara lebih rendah pada level pedestrian.

Dari beberapa kajian teori di atas dapat dijadikan dasar sebagai pembandingan dalam hal orisinalitas penelitian yang akan dilakukan untuk dapat memberikan suatu kajian yang baru dengan memahami teori-teori yang berkaitan dengan bidang arsitektur sains di lingkungan Kota Selatpanjang. Adapun topik yang akan dijadikan pembahasan yaitu: Pengaruh *Canyon* Bangunan Terhadap Lingkungan Termal di Daerah Pesisir Kota Selatpanjang. Pemilihan topik tersebut terkait dengan kondisi desain *canyon* bangunan Kota Selatpanjang didalam situasi dan kondisi yang

dipengaruhi oleh adanya kepadatan vertikal yaitu meningkatnya jumlah lantai bangunan di sepanjang kawasan tepi air Kota Selatpanjang yang tidak sesuai dengan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000). Penelitian ini akan mengevaluasi kinerja lingkungan termal desain *canyon* pada kondisi terkini Kota Selatpanjang yang dipengaruhi oleh bangunan penghalang dan menganalisa variasi model desain *canyon* bangunan terhadap perubahan kinerja lingkungan termal.

Tabel 2. 6 Dasar pengetahuan (base of knowledge) dalam penelitian

Jurnal				
Rajagopalan, 2014	Bakarman, dkk., 2015	Hang, dkk 2010	Takkanon, dkk., 2015	Verdoulakis, dkk (2003)
<i>Urban Heat Island and Wind Flow Characteristics of a Tropical City</i>	<i>The influence of height/width ratio on urban heat island in hot-arid climates</i>	<i>Wind conditions and ventilation in high-rise long street models</i>	<i>Outdoor thermal comfort within five different urban form in the Netherlands</i>	<i>Modelling air quality in street canyons: a review</i>
Investigasi UHI dan UHII di <i>canyon</i> perkotaan (<i>High-rise building</i>)	Investigasi pengaruh aspek rasio didalam <i>canyon</i> perkotaan terhadap UHI.	Menganalisa kondisi angin dan ventilasi pada model jalan raya bertingkat tinggi	Mengetahui pengaruh perbedaan lima bentuk perkotaan terhadap kenyamanan termal ruang luar	Pengaruh aspek rasio <i>H/W</i> dan <i>L/W</i> terhadap kualitas udara <i>canyon</i> perkotaan
Pengukuran Lapangan	Pengukuran Lapangan	Pengukuran Lapangan	Simulasi komputer (<i>ENVI-met</i>)	Pengukuran Lapangan
Dependen: UHI dan UHII Independen: Aspek Rasio <i>H/W</i>	Dependen: UHI Independen: Aspek rasio <i>H/W</i>	Dependen: Distribusi aliran udara Independen: Bentuk dan pola tatanan massa bangunan, aspek rasio <i>H/W</i> dan <i>L/W</i>	Dependen: UHI dan UHII Independen: Aspek rasio <i>H/W</i>	Dependen: kualitas udara lingkungan Independen: Aspek rasio <i>H/W</i> dan <i>L/W</i>
Iklim, konfigurasi bangunan, geometri desain <i>canyon</i>	Iklim, konfigurasi bangunan, geometri desain <i>canyon</i>	Iklim, konfigurasi bangunan, geometri desain <i>canyon</i>	Iklim, karakteristik bangunan dan lingkungan	Iklim, geometri dan konfigurasi bangunan geometri desain <i>canyon</i>
Kuantitatif	Kuantitatif	Kuantitatif	Kuantitatif	Kuantitatif

Sumber: Sciencedirect.com

BAB III

METODOLOGI PENELITIAN

3.1. Paradigma Penelitian

Fokus penelitian adalah menganalisa pengaruh desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal daerah pesisir. Munculnya bangunan-bangunan baru di Kota Selatpanjang dengan ketinggian berbeda menghasilkan perubahan pada geometri desain *canyon* bangunan sehingga menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi dan penyerapan sinar matahari, serta sebagai penghalang aliran udara. Peran desain *canyon* bangunan akan dibandingkan melalui kondisi modifikasi bangunan penghalang. Salah satunya terkait dengan peraturan-peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000). Peraturan-peraturan tersebut akan dimasukkan menjadi salah satu kondisi pada model eksperimen. Tujuan akhir dari penelitian ini dapat memaparkan pengaruh variasi model desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal pada karakteristik dan kondisi terkini Kota Selatpanjang.

Dari penjelasan singkat di atas, paradigma yang digunakan didalam penelitian ini apabila dilihat dari karakteristiknya menggunakan paradigma positivism karena didalam proses penelitian nantinya peneliti akan melakukan analisis data dengan menggunakan pendekatan kuantitatif sebagai dasar pencarian kebenaran (Guba, 1994). Hal tersebut juga berdasarkan apa yang disampaikan Neuman (1997), paradigm *positivism* adalah metode terorganisasi untuk mengombinasikan logika deduktif dengan observasi empirik akurat mengenai perilaku individu dengan tujuan menemukan dan membuktikan seperangkat hukum sebab akibat yang dapat digunakan untuk memprediksi pola umum dari aktivitas manusia.

Terkait penelitian, studi ilmu alam pada kondisi nyata (internal) yang diperhatikan adalah tentang kinerja lingkungan termal yaitu temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara pada desain *canyon* bangunan. Fenomena yang diamati melibatkan kondisi iklim makro maupun iklim mikro di kawasan pesisir Kota Selatpanjang. Kecepatan aliran udara, kondisi temperatur, dan

kelembaban udara yang dipengaruhi oleh desain *canyon* bangunan melalui kajian aspek rasio H/W dan L/W .

3.2. Metode Penelitian

Penelitian ini merupakan penelitian eksperimental menggunakan simulasi *software ENVI-met V3.1*. Koleksi data didapat dari studi lapangan dan simulasi. Studi lapangan dilakukan untuk dapat mengidentifikasi aspek lingkungan dan bangunan yang meliputi: 1) Area terbangun (*Build up area*) (Rajagopalan, 2014); 2) Geometri desain *canyon* bangunan yang didefinisikan oleh aspek rasio tinggi bangunan berbanding lebar jalan (H/W) (Bakarman dkk, 2015; Johansson, 2006) dan panjang *canyon* berbanding lebar jalan (L/W) (Hang dkk, 2010). Melakukan pengukuran langsung elemen iklim pada site, yaitu: temperature udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara pada titik-titik pengukuran yang telah ditentukan melalui klasifikasi aspek yang di definisikan oleh dua poin yang telah dijelaskan diatas (Johansson, 2006). Simulasi digunakan untuk menjelaskan hubungan antara variabel yang diukur didalam kondisi yang berbeda dengan melakukan eksperimen. Hasil akhir dari penelitian ini dapat memaparkan pengaruh variasi model desain geometri *canyon* bangunan terhadap kinerja termal pada lingkungan perkotaan daerah pesisir.

3.3. Variabel Penelitian

Dari pembahasan kajian pustaka dan hasil penelitian sebelumnya, didapat variabel-variabel penelitian yang nantinya akan digunakan untuk dapat menganalisa model desain geometri *canyon* perkotaan dan kinerja lingkungan termal yang dihasilkannya yang berupa variabel terikat dan variabel bebas.

1. Variabel terikat adalah variabel yang dipengaruhi oleh variabel bebas dan merupakan variabel yang diamati. Pada penelitian ini variabel terikat yang akan diteliti merupakan kondisi lingkungan termal, yaitu: 1) temperatur udara; 2) kelembaban udara; 3) kecepatan aliran udara.
2. Variabel bebas adalah variabel yang mempengaruhi variabel terikat. Pada penelitian ini variabel bebas yang diteliti yaitu desain geometri *canyon* bangunan melalui kajian aspek rasio H/W (tinggi bangunan berbanding lebar jalan) dan

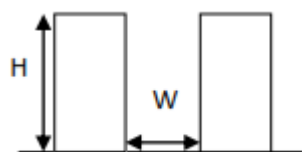
L/W (panjang *canyon* berbanding lebar jalan). berikut tabel penjelasan mengenai variabel dan sub variabel bebas.

Variabel	Sub Variabel	Indikator
Desain geometri <i>canyon</i> bangunan	Aspek rasio H/W	a. Nilai H/W tinggi > Desain <i>canyon</i> dalam (<i>deep canyon</i>) b. Nilai H/W rendah > Desain <i>canyon</i> dangkal (<i>shallow canyon</i>) (Johansson, 2006; Bakarman dkk, 2015)
	Aspek rasio L/W	a. Nilai L/W tinggi > Desain <i>canyon</i> panjang (<i>Long canyon</i>) b. Nilai L/W rendah > Desain <i>canyon</i> pendek (<i>Short canyon</i>) (Hang dkk, 2010)

3.3.1. Definisi Variabel Penelitian

Definisi operasional diperlukan untuk memperjelas maksud dari setiap variabel-variabel, terkait kegunaannya dalam penelitian ini, sehingga dapat memudahkan dalam pengumpulan data. Berikut merupakan penjelasan variabel-variabel terkait penelitian, yaitu:

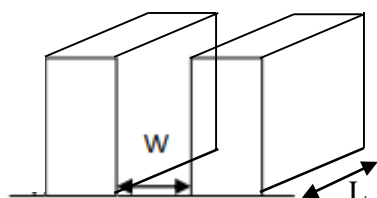
1. Kinerja lingkungan termal berupa kinerja temperatur udara ($^{\circ}C$), kelembaban udara (%), dan kecepatan aliran udara (V). Pengukuran masing-masing elemen iklim ini dilakukan secara bersamaan di setiap zona-zona yang telah ditentukan. Penelitian ini terfokus kepada kecepatan aliran udara sebagai faktor yang akan mempengaruhi kondisi temperatur dan kelembaban udara pada desain *canyon* bangunan.
2. Desain geometri *canyon* bangunan, yaitu:
 - a. Aspek rasio H/W merupakan perbandingan rasio tinggi bangunan (H) dengan jarak antar bangunan melalui lebar jalan (W). Aspek rasio H/W pada desain *canyon* bangunan dibagi menjadi 2 bentuk yaitu desain *canyon* yang dalam (*deep canyon*) dan desain *canyon* yang dangkal (*shallow canyon*).



Gambar 3. 1 Aspek rasio H/W

Pada penelitian terdahulu nilai *deep canyon* akan lebih tinggi dari pada *shallow canyon*. Hal tersebut dikarenakan adanya perbedaan karakteristik bentuk kota sehingga mempengaruhi kinerja termal (Johansson, 2006). Desain *canyon* diklasifikasikan secara simetris jika tinggi bangunan sama tinggi, atau asimetris, jika terjadi perbedaan pada tinggi bangunan.

- b. Aspek rasio L/W merupakan panjang *canyon* (L) berbanding lebar jalan (W). Beberapa penelitian mengevaluasi pengaruh panjang desain *canyon* bangunan terhadap perubahan kecepatan aliran udara didalam *canyon* (Hang dkk, 2010).



Gambar 3. 2 Aspek rasio L/W

Vardoulakis, dkk (2003) mengatakan panjang desain *canyon* bangunan (L) didefinisikan Adanya persimpangan yang besar (jalan utama) yang membagi panjang sebuah *canyon* bangunan.

3.4. Populasi dan Sampel Penelitian

3.4.1. Populasi Penelitian

Populasi penelitian diambil pada kawasan Selatpanjang bagian barat dengan luas keseluruhan kawasan yaitu 1 km². Pemilihan kawasan Selatpanjang bagian barat sebagai populasi penelitian berdasarkan karakteristik yang dimiliki, yaitu:

1. Merupakan kawasan dengan jumlah penduduk tertinggi. Tinggi nya jumlah penduduk mengakibatkan tingginya area terbangun (*build up area*) dengan kepadatan yang tinggi. Berikut kepadatan penduduk yang ada di desa/kelurahan Kota Selatpanjang pada Tabel 3. 1:

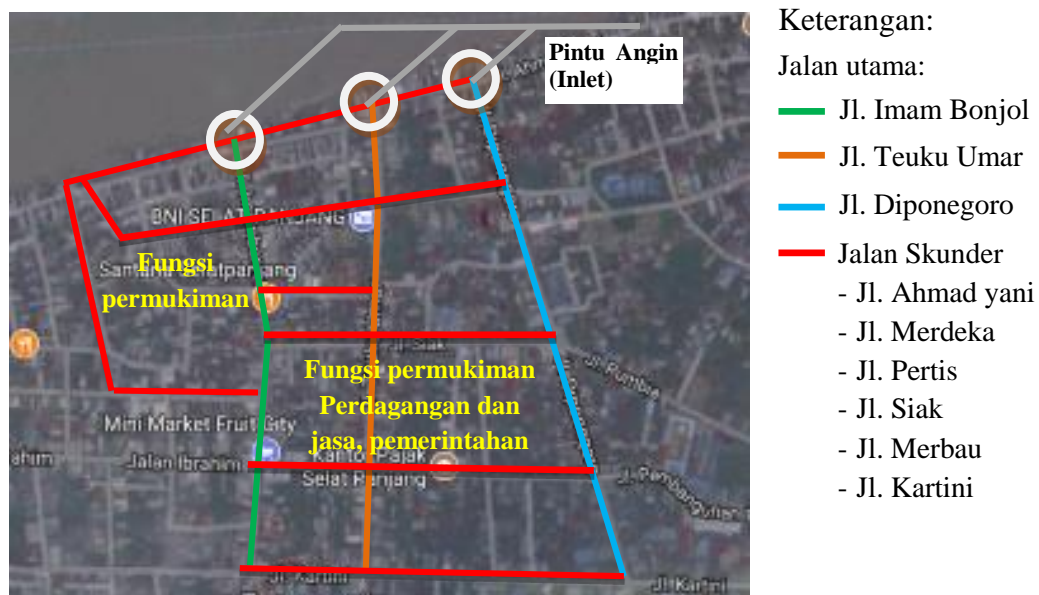
Tabel 3. 1 Kepadatan penduduk menurut desa/kelurahan Kota Selatpanjang

Desa/kelurahan	Jumlah penduduk	Luas wilayah	kepadatan
Sesap	510	8.3	61
Banglas barat	3.519	16.44	214
Banglas	5.111	35.56	144
Selatpanjang timur	14.584	5.5	2,652

Selatpanjang selatan	8.355	1.5	5,570
Alah air	4.827	2.06	975
Alah air timur	2.872	3.25	884
Selatpanjang barat	5.179	1	5,179
Selatpanjang kota	10.547	4.5	2,344
Jumlah	55,504	81.00	685

Sumber: BPS Kabupaten Kepulauan Meranti (2016)

2. Tingkat penggunaan kawasan tersebut yang ditunjukkan dengan tingginya aktivitas masyarakat yang terjadi pada kawasan. Hal tersebut dikarenakan kawasan merupakan pusat kegiatan ekonomi karena sebagian besar diisi oleh fungsi perdagangan dan jasa, yang selanjutnya diikuti oleh fungsi permukiman, dan fungsi pemerintahan.
3. Terdapatnya jalan utama yang menghubungkan kawasan tepi air dan kawasan pengembangan yang jauh dari tepi air dan terdapatnya *inlet* pada masing-masing jalan tersebut.



Gambar 3. 3 Kawasan penelitian pusat Kota Selatpanjang bagian barat (Google Map, 2016)

3.4.2. Sampel dan Kriteria Pemilihan Sampel

Metode yang digunakan didalam penarikan sampel yaitu metode nonprobabilitas menggunakan tipe penarikan sampel “sampel terpilih”. Menurut Morris, M.A, dkk didalam bukunya yang berjudul Metode Penelitian Survei (2012), mengatakan bahwa penarikan sampel menggunakan metode

nonprobabilitas dengan tipe sampel terpilih (*purposive sample*) dilakukan berdasarkan pertimbangan peneliti dalam hal unit yang mana dianggap paling bermanfaat dan *representative* berdasarkan karakteristik atau kualitas tertentu. Adapun sampel yang akan digunakan pada penelitian ini yaitu desain *canyon* bangunan pada kawasan dengan fungsi campuran yaitu: pusat perdagangan dan jasa, fungsi pemerintahan, dan fungsi permukiman. Mayoritas bangunan yang ada di Selatpanjang bagian barat yaitu bangunan ruko (rumah toko) pecinan, bangunan rumah tempat tinggal, dan gedung perkantoran milik pemerintah daerah setempat. Adapun kriteria sampel penelitian ditentukan berdasarkan:

1. Tingkat pengguna jalan yang tinggi dan padatnya aktivitas yang terjadi pada lingkungan jalan.
2. Keberadaan desain *canyon* bangunan didalam situasi meningkatnya jumlah lantai bangunan pada bangunan disepanjang tepi air yang dijelaskan didalam peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) yang diduga berkontribusi terhadap kinerja desain *canyon* didalam mempengaruhi kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* bangunan Kota Selatpanjang.

Dari penjelasan kriteria diatas maka jalan yang dipilih untuk dilakukan penelitian lebih lanjut yaitu: jalan Imam bonjol dengan orientasi utara-selatan. Kemudian jalan Merdeka, jalan Pertis, dan jalan Siak untuk mewakili orientasi Timur-Barat dan merupakan jalan yang membagi panjang dari desain *canyon*. Untuk lebih jelasnya berikut lokasi kawasan penelitian pada peta Kota Selatpanjang bagian barat:



Gambar 3. 4 Jalan terpilih sebagai sampel penelitian (Google Map, 2016)

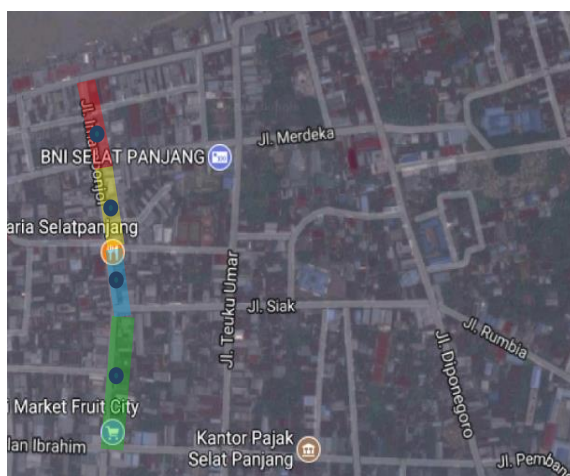
Kawasan dan jalan yang telah ditetapkan sebagai populasi dan sampel penelitian akan di evaluasi kondisi geometry desain *canyon* bangunan (H/W dan

L/W) yang pada lokasi penelitian juga dipengaruhi oleh kondisi meningkatnya jumlah lantai bangunan (bangunan penghalang) yang telah dijelaskan didalam peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) tentang penataan kawasan dan bangunan tepi air daerah pesisir. Sehingga hal tersebut diduga mempengaruhi kinerja lingkungan termal pada lingkungan desain *canyon* bangunan yang ada di Kota Selatpanjang. Berikut gambar situasi dari lokasi penelitian:



Gambar 3. 5 Kondisi dan situasi *canyon* bangunan pada jalan Imam Bonjol (dokumentasi, 2017)

Setelah dilakukan klasifikasi populasi dan sampel penelitian maka didapat titik-titik pengukuran. Radius satu titik pengukuran yaitu ± 100 m, hal tersebut berdasarkan Oke (2006) yang mengatakan bahwa skala iklim mikro/site dengan batas wilayah sekitar 1 km horizontal dan vertikal sampai dengan 100 m diterjemahkan sebagai iklim lingkungan yang dapat dipengaruhi oleh pembangunan perkotaan. Berikut pemaparan titik-titik pengukuran kondisi termal pada lokasi penelitian:



Keterangan:

- Titik pengukuran desain *canyon* 1, orientasi utara-selatan: jalan Imam Bonjol (50 m dari pantai)
- Titik pengukuran desain *canyon* 2, orientasi utara-selatan: jalan Imam Bonjol (150 m dari pantai dan panjang ngarai 200 m)
- Titik pengukuran desain *canyon* 3, orientasi barat-timur: jalan Merdeka (± 250 m dari tepi pantai)
- Titik pengukuran desain *canyon* 4, orientasi utara-selatan: jalan Imam Bonjol (± 350 m dari tepi pantai)

Gambar 3. 6 Titik-titik pengukuran pada desain *canyon* Kota Selatpanjang

3.5. Koleksi Data

3.5.1. Jenis Data

Data yang diperlukan didalam penelitian ini diperoleh berdasarkan variabel-variabel yang telah ditetapkan, kemudian digolongkan menjadi dua, yaitu data primer dan data skunder, sebagai berikut:

1. Data primer merupakan data utama yang diperlukan didalam proses penelitian. Data ini diperoleh dengan melakukan survei dan pengukuran lapangan, sebagai berikut:
 - a. Bentuk dan pola tatanan massa bangunan
 - b. Ketinggian bangunan/*Jumlah lantai bangunan (JLB)*
 - c. Geometri desain *canyon* bangunan (aspek rasio H/W dan L/W)
 - d. Data profil termal berupa temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara.
2. Data skunder merupakan data penunjang yang diperlukan untuk melengkapi data primer, yaitu:
 1. Studi literatur/studi kepustakaan (teori-teori yang berhubungan dengan penelitian)
 2. Data iklim makro Kota Selatpanjang berupa temperatur udara, kelembaban udara, kecepatan aliran udara, dan curah hujan dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (2012-2016) dari BMKG (*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*) Provinsi Riau (Lampiran 1).
 3. Data BPS (badan pusat statistik) Kabupaten Meranti 2016.

3.5.2. Teknik Pengumpulan Data

Adapun beberapa teknik pengumpulan data yang digunakan pada penelitian ini yaitu: pengukuran di lapangan dan simulasi komputer. Penjabaran dari teknik pengumpulan data tersebut adalah sebagai berikut:

1. Pengukuran lapangan

Pengukuran lapangan dilakukan untuk mendapatkan karakteristik dan data-data kuantitatif berupa bentuk dan pola tatanan massa bangunan, data dimensi lebar jalan dan tinggi bangunan. Kemudian dilakukan pengukuran elemen iklim mikro

berupa temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara di setiap zona penelitian (Lampiran 2).

Langkah-langkah yang dilakukan sebelum dilakukan pengukuran lapangan sebagai berikut:

- a. Melakukan reliabilitas dan validitas alat ukur.

Reliabilitas alat ukur adalah kesesuaian alat ukur dengan yang diukur, sehingga alat ukur itu dapat dipercaya atau dapat diandalkan. Validitas alat ukur adalah akurasi alat ukur dengan cara mengkalibrasikan antar alat ukur.

- b. Penentuan waktu pengukuran di lapangan.

Waktu yang ditetapkan dalam pengukuran ini berdasarkan hasil pengukuran data iklim BMKG Provinsi Riau untuk Kota Selatpanjang tahun 2012-2016. Pengukuran dilakukan selama 5 hari pada bulan terpanas (Juni).

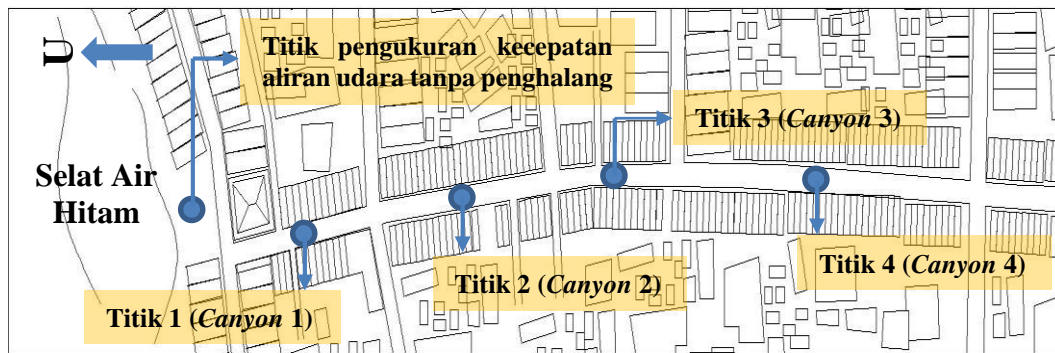
- c. Pembuatan lembar observasi untuk mendukung pencatatan dan perekaman hasil pengukuran di lapangan

Tabel 3. 2 Jenis dan teknik pengumpulan data

No	Jenis data	Teknik pengumpulan data	Alat pengambilan data	Waktu pengamatan
Data primer				
1	Data iklim: <ul style="list-style-type: none"> • Temperatur • Kelembaban • Kecepatan aliran udara 	<ul style="list-style-type: none"> • Pengukuran di lapangan • Simulasi <i>ENVI-met v3.1</i> • pencatatan 	<ul style="list-style-type: none"> • Kompas • Thermometer • Hygrometer • Anemometer • Timer 	5 X 16 jam
2	Data bangunan <ul style="list-style-type: none"> • Bentuk dan pola tatanan massa bangunan • KDB dan KLB • Geometri desain <i>canyon</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Dokumentasi • Pencatatan • Simulasi <i>ENVI-met v3.1</i> 	<ul style="list-style-type: none"> • Kamera digital • Alat tulis dan Gambar 	Setiap hari (Pagi dan sore)
Data sekunder				
1	Data iklim makro Kota Selatpanjang	<ul style="list-style-type: none"> • BMKG Kota Selatpanjang 	Pemerintah	Tahun 2012-2016
2	Data statistik Kota Selatpanjang	<ul style="list-style-type: none"> • Kantor BPS Kota Selatpanjang 	Pemerintah	Tahun 2012-2016
3	Data literatur			

Pengukuran lapangan dimulai dari lokasi *canyon* yang terletak dekat dari tepi air dan berlanjut ke arah tengah/darat dengan radius 350 m. Pengukuran temperatur, kelembaban dan kecepatan aliran udara dilakukan secara serentak disetiap titik pada

ketinggian 1.5-1.75 m diatas permukaan tanah. Ketinggian 1.5-1.75 m diambil sebagai acuan pengukuran lapangan adalah mempertimbangkan aspek tinggi rata-rata orang dewasa (Santosa, 2010). Pada pengukuran kecepatan aliran udara ditambah 1 titik pengukuran pada posisi tepi pantai untuk melihat kecepatan aliran udara pada kecepatan maksimal karena tidak adanya bangunan penghalang. Pencatatan pengukuran dilakukan setiap 2 jam sekali yang dimulai pada pukul 08.00 wib sampai pukul 24.00 wib. Hal tersebut dikarenakan terbatasnya sumber daya manusia yang bersedia untuk bisa melakukan durasi pengukuran per 1 jam selama 24 jam. Berikut gambar titik pengukuran pada tahap pengukuran lapangan.



Gambar 3. 7 Titik-titik lokasi pengukuran lapangan

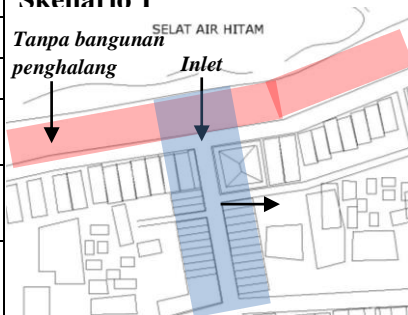
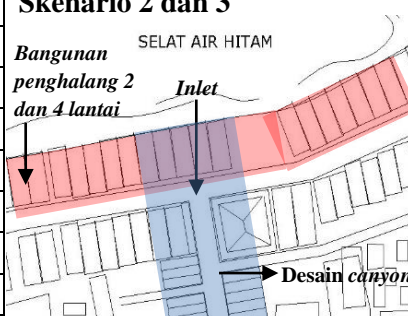

2. Simulasi

Simulasi pada penelitian ini menggunakan program *ENVI-met* versi 3.1. *Software* ini digunakan untuk mengetahui kinerja lingkungan termal ruang luar di setiap tipe model desain *canyon* bangunan. Input data simulasi adalah data (termal) dari BMKG Provinsi Riau untuk Kota Selatpanjang yang digunakan sebagai acuan kondisi awal (*initial condition*) dalam melakukan proses simulasi. Data yang digunakan adalah data rata-rata dari temperature udara, kelembaban udara dan kecepatan aliran udara. Output dari simulasi, yaitu: temperatur udara ($^{\circ}\text{C}$), kelembaban udara (%), dan kecepatan aliran udara (m/s). Adapun keterbatasan dari program *ENVI-met* versi 3.1 yaitu didalam permodeling bangunan tidak dapat menghasilkan model yang presisi dengan bentuk bangunan aslinya karena bentuk bangunan pada *ENVI-met* hanya berbentuk kotak.

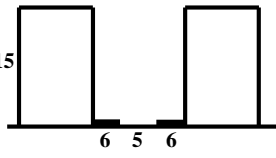
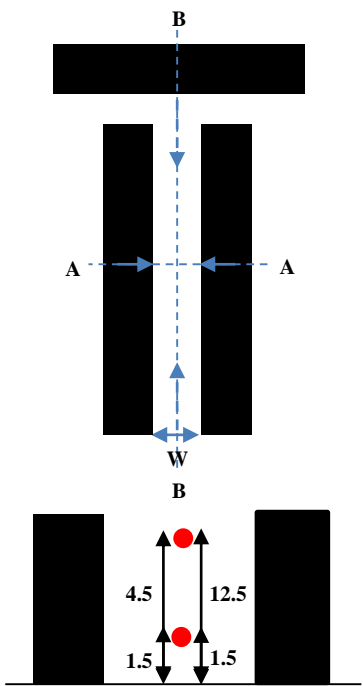
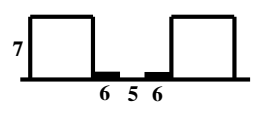
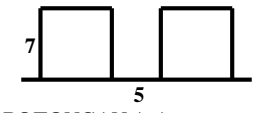
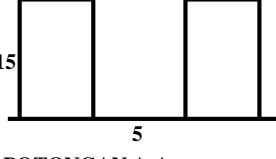
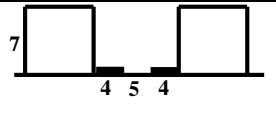
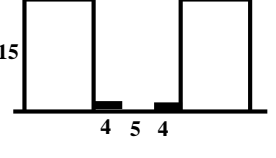

3.6. Rancangan Eksperimen

Model eksperimen akan dibagi menjadi 3 skenario. Skenario yang dimaksudkan disini adalah perubahan jumlah lantai bangunan pada bangunan tepi air, yang salah satu nya berdasarkan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000). Enam variasi desain *canyon* akan dimasukkan kedalam 3 skenario untuk dapat membandingkan kinerja lingkungan termal didalamnya. Terbentuknya variasi nilai aspek rasio H/W dan L/W pada desain *canyon* berdasarkan kondisi terkini dan beberapa perlakuan pada tinggi bangunan dan lebar jalan berdasarkan peraturan pemerintah daerah Kota Selatpanjang no 09 (2015) tentang peraturan *GSB (Garis Sempadan Bangunan)* dan *JLB (Jumlah Lantai Bangunan)* pada bangunan usaha.

Tabel 3. 3 Kelompok model eksperimen (desain *canyon* 1)

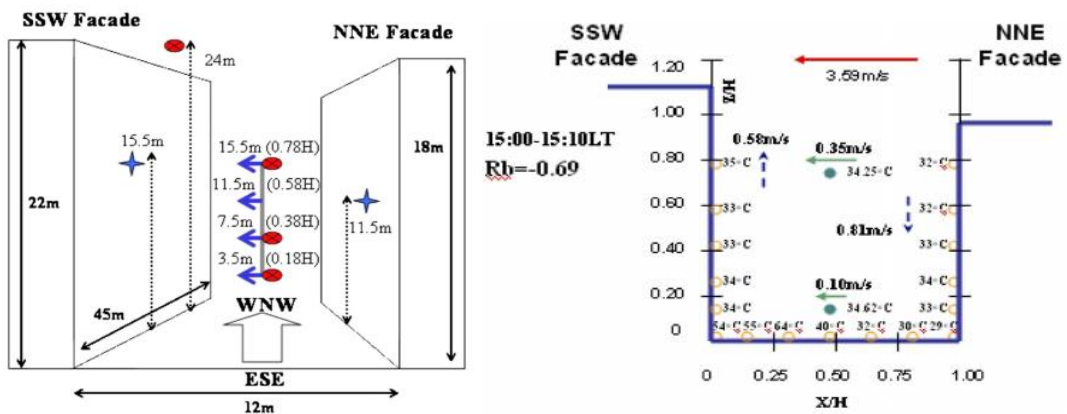
Skenario		Model	Geometri <i>canyon</i> perkotaan		Kode model	Sketsa Skenario	
			<i>H/W</i>	<i>L/W</i>			
1	Tanpa bangunan penghalang tepi pantai (Ditjen cipta karya, 2000)	A	0.78	6.11	1A	Skenario 1 <i>Tanpa bangunan penghalang</i> 	
		B	0.38		1B		
		C	1.29		1C		
		D	2.06	20.8	1D		
		E	0.49		8		1E
		F	1.02				1F
2	Bangunan penghalang 2 lantai (7 meter) tepi pantai	A	0.78	6.11	2A	Skenario 2 dan 3 <i>Bangunan penghalang 2 dan 4 lantai</i> 	
		B	0.38		2B		
		C	1.29		2C		
		D	2.06	20.8	2D		
		E	0.49		8		2E
		F	1.02				2F
3	Bangunan penghalang 4 lantai (15 meter) tepi pantai	A	0.78	6.11	3A		
		B	0.38		3B		
		C	1.29		3C		
		D	2.06	20.8	3D		
		E	0.49		8		3E
		F	1.02				3F
Base model			2.14	20.8			

Keterangan model:

Kode model	Perlakuan pada geometri desain <i>canyon</i> bangunan	Keterangan	
A	 POTONGAN A-A	GSB: 6 m Lebar jalan: 5 m JLB: 4 lantai	 <p>Keterangan:</p> <ul style="list-style-type: none">● Titik pengamatan pembahasan <i>H/W</i> pada ketinggian 1.5 meter (<i>urban canopy layer</i>)● Titik pengamatan pembahasan <i>L/W</i> pada ketinggian 1.5 (<i>urban canopy layer</i>), 4.5 dan 12.5 meter (tinggi bangunan 7 dan 15 meter) (<i>urban boundary layer</i>).
B	 POTONGAN A-A	GSB: 6 m Lebar jalan: 5 m JLB: 2 lantai	
C	 POTONGAN A-A	Tidak ada GSB JLB: 2 lantai	
D	 POTONGAN A-A	Tidak ada GSB JLB: 4 lantai	
E	 POTONGAN A-A	GSB: 4 m Lebar jalan: 5 m JLB: 2 lantai	
F	 POTONGAN A-A	GSB: 4 m Lebar jalan: 5 m JLB: 4 lantai	
 POTONGAN B-B		104	

Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, eksperimen bertujuan mengevaluasi pengaruh desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan tepi air daerah pesisir didalam kondisi yang berbeda yaitu ada tidaknya bangunan penghalang merujuk kepada penelitian Rajagopalan (2014) dan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000). Rajagopalan (2014) melakukan modifikasi ketinggian bangunan penghalang dengan hasil akhir memaparkan model geometri perkotaan dan pengaruhnya terhadap Intensitas pulau panas perkotaan (*UHI*).

Sedangkan Ditjen Cipta Karya (2015) terkait kepada peraturan tentang pembangunan kawasan dan bangunan tepi air yang mengatakan ketinggian bangunan maksimum 15 meter dengan orientasi bangunan harus menghadap tepi air karena terkait posisi bangunan terhadap matahari dan arah tiupan aliran udara. Pada kajian L/W , akan memaparkan perbandingan yang terjadi pada kecepatan aliran udara pada level ketinggian yang berbeda seperti pada penelitian Niachou, dkk (2008) (Gambar 3.8).

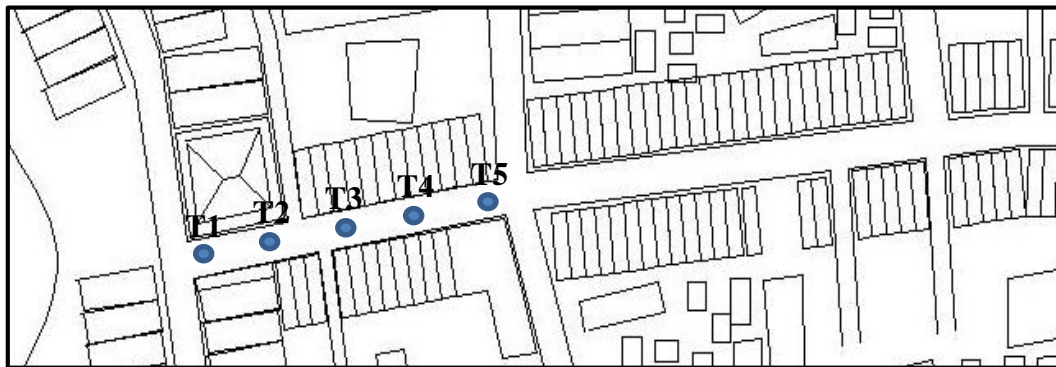


Gambar 3. 8 Kondisi kecepatan aliran udara pada level ketinggian yang berbeda pada desain *canyon* bangunan (Niachou dkk, 2008)

Seluruh model skenario 1 akan dibandingkan perubahan kecepatan aliran udara didalam desain *canyon* berdasarkan perbandingan lebar jalan (W) yang dikelompokkan berdasarkan ketinggian bangunan. Pada skenario 2 dan skenario 3 akan dilihat perlakuan bangunan penghalang terhadap distribusi kecepatan aliran udara. skenario 2 akan diwakili oleh model 2A dan 2B. Pada skenario 3 akan diwakili model 3A dan 3B. Karena pada masing masing model memiliki ketinggian bangunan yang berbeda maka level ketinggian dibagi menjadi 2 yaitu level ketinggian pada ketinggian bangunan 15 m dan ketinggian bangunan 7 m. Level ketinggian pada bangunan tinggi 15 meter yaitu 1,5 m (*Urban canopy layer*) dan 12,5 m (*Urban boundary layer*). Sedangkan pada bangunan dengan tinggi 7 meter yaitu 1,5 m (*Urban canopy layer*) dan 4,5 m (*Urban boundary layer*). Angka pada level ketinggian menyesuaikan dengan ketentuan yang sudah ditentukan oleh *software ENVI-met v3.1*. Masing-masing level ketinggian akan dilihat 5 titik perubahan kecepatan aliran udara beserta temperatur udara yang dihasilkan didalam

desain *canyon* bangunan dengan penamaan T1 (titik *inlet*), T2 (25 m), T3 (50 m), T4 (75 m), dan T5 (100 m) (Hang dkk, 2010; Niachou dkk, 2008).

Dari hasil eksperimen yang akan dilakukan nantinya akan menghasilkan perbandingan kinerja lingkungan termal pada 6 model desain *canyon* bangunan yang salah satu model eksperimen desain *canyon* berada didalam pengaruh kondisi bangunan penghalang yang dijelaskan didalam peraturan Ditjen Cipta Karya (2000).



Gambar 3. 9 Lima titik perubahan kecepatan aliran udara pada model eksperimen

3.7. Teknik Presentasi Data

Teknik presentasi data merupakan hasil pengukuran lapangan dan hasil simulasi menggunakan *software ENVI-met V3.1* dengan permodeling kawasan (lingkungan dan bangunan) dengan input data iklim BMKG (*Badan Meteorologi, Klimatologi, dan Geofisika*) Provinsi Riau untuk Kota Selatpanjang. Berikut penjelasan lebih lanjut tentang teknik presentasi data yang akan digunakan pada penelitian ini.

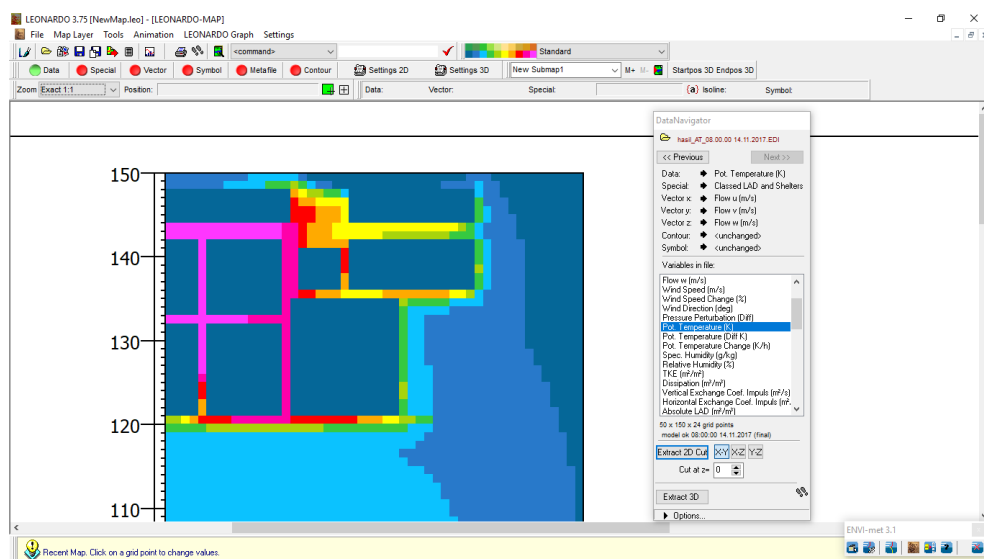
1. Data survey lapangan

Data termal hasil pengukuran lapangan terhadap termal lingkungan dipresentasikan dalam bentuk profil termal (temperatur udara, kecepatan udara, dan kelembaban udara) di masing-masing titik pengukuran lingkungan bangunan yang diteliti. Profil termal tersebut dikaitkan dengan karakteristik yang ada pada desain *canyon* bangunan dengan variasi bentuk dan pola tatanan massa bangunan, dimensi bangunan dan jalan melalui definisi aspek rasio H/W dan L/W . Masing-masing lingkungan *canyon* bangunan menunjukkan karakteristik lingkungan termal yang berbeda-beda walaupun berada di satu koridor jalan yang sama.

2. Data simulasi

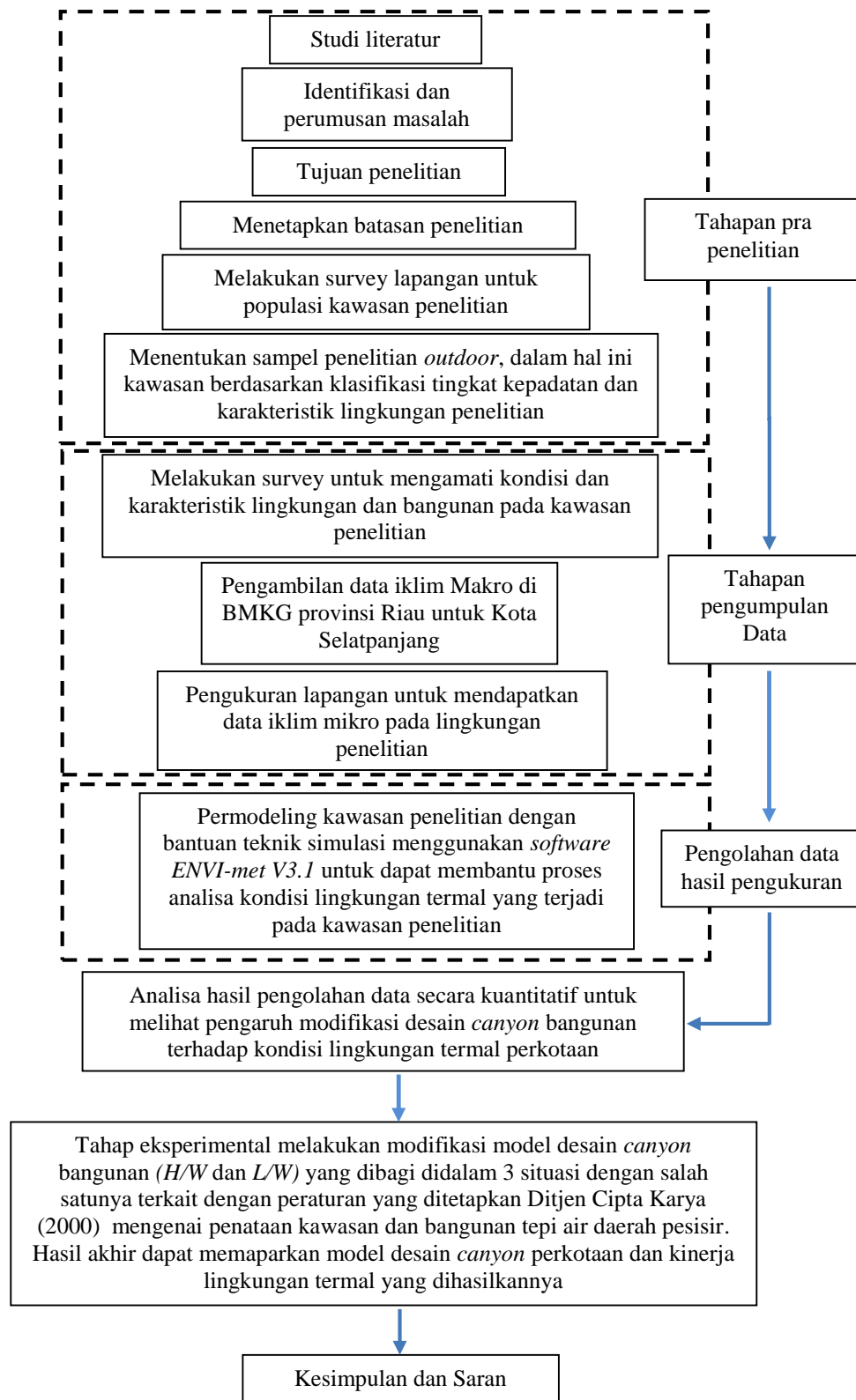
Tahap awal akan mengkaji kinerja lingkungan termal perkotaan tanpa dilakukannya perlakuan terhadap komponent desain pada model simulasi untuk mendapatkan data verifikasi. Menganalisa seberapa besar defiasi nilai profil termal yang dihasilkan antara pengukuran lapangan dan simulasi. Setelah nilai defiasi didapatkan dan sesuai dengan standarisasi dari penelitian sebelumnya, desain *canyon* terpilih berdasarkan kriteria yang telah disebutkan sebelumnya akan diberi perlakuan untuk pengujian pengaruh desain *canyon* perkotaan terhadap kinerja lingkungan termal melalui kajian aspek rasio H/W dan L/W . Pembuatan model simulasi dilakukan penyederhanaan model berdasarkan tools yang ada pada *Software ENVI-met V3.1* (Lampiran 7). Data hasil simulasi merupakan nilai profil termal yang akan dipresentasikan melalui gambar kontur yang dihasilkan menggunakan *tools Leonardo* pada *Software ENVI-met V3.1* (Lampiran 8).

Pada *tools Leonardo* akan dilakukan pengolahan data pada gambar kontur untuk mendapatkan data profil termal selama 16 jam dengan jarak waktu pengukuran per 2 jam. Selanjutnya data yang telah didapatkan akan dilakukan pengolahan data melalui *Software Microsoft Excel* dengan hasil berupa tabel nilai profil termal dan grafik profil termal yang dapat mempresentasikan kondisi lingkungan termal berdasarkan variasi model perkotaan yang dimodifikasi berdasarkan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) dan peraturan pemerintah Kota Selatpanjang.



Gambar 3. 10 Pengolahan data profil termal pada *tools Leonardo*

3.8. Tahapan Penelitian



Gambar 3. 11 Tahapan penelitian pengaruh desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal Kota Selatpanjang

3.9. Teknik Analisa Data

Berdasarkan penelitian-penelitian terkait sebelumnya seperti yang dilakukan Rajagopalan (2014); Bakarman (2015); Hang, dkk (2010); Niachou, dkk (2008) dan lainnya, maka digunakan metode analisis komparasi dan deskriptif untuk menganalisa data hasil penelitian. Metode analisis komparasi dilakukan untuk membandingkan hasil eksperimen antara 6 model desain *canyon* bangunan didalam 3 bentuk skenario yang telah dijelaskan pada subbab rancangan eksperimen. Kecenderungan yang terjadi pada profil termal sebagai variabel terikat yang di pengaruhi oleh variabel bebas yaitu desain *canyon* bangunan akan dijelaskan secara deskriptif didalam penelitian ini.

3.9.1. Analisis Data Iklim

Data iklim yang akan dianalisis terdiri dari dua data, yaitu data iklim makro dari BMKG dan data iklim mikro kawasan pusat Kota Selatpanjang yang didapat dari pengukuran lapangan. Tujuan dari analisis iklim makro adalah untuk mengetahui waktu paling ekstrim yang terjadi pada Kota Selatpanjang sebagai kondisi yang akan digunakan pada waktu proses eksperimen. Waktu ekstrim yang digunakan pada penelitian yaitu rentang bulan Mei-Juni sebagai bulan terpanas yang ditinjau dari rata-rata temperatur udara yang cenderung tinggi. Pada penelitian ini waktu ekstrim yang digunakan hanya pada bulan terpanas karena dengan temperatur udara yang tinggi efektifitas aliran udara sangat dibutuhkan untuk proses pendinginan pada lingkungan *canyon* perkotaan daerah pesisir.

Untuk data iklim mikro kawasan, analisis terhadap data tersebut bertujuan untuk memverifikasi data BMKG yang nantinya akan digunakan sebagai data input pada proses simulasi. Pada tahap verifikasi dilakukan komparasi antara data BMKG dan data hasil pengukuran lapangan dengan perhitungan menggunakan program Microsoft Excel dengan formula *STDEV* (Rumus Deviasi). Dalam proses verifikasi data digunakan ketentuan standart deviation yang merujuk pada penelitian Kakon (2012) yang menyatakan bahwa terjadinya perbedaan antara hasil simulasi dan hasil lapangan sebesar 2-4 °C.

3.9.2. Analisis Kinerja Lingkungan Termal Kota Selatpanjang

Pada proses analisis ini akan dilihat kondisi profil termal yaitu temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara yang didapat dari hasil pengukuran lapangan (Rajagopalan, 2014; Johansson, 2006; Bakarman dkk, 2014). Pada penelitian ini tidak menyertakan intensitas radiasi matahari karena perubahan temperatur udara dan kelembaban udara didalam kajian kinerja lingkungan termal ini dilihat hanya melalui pengaruh dari kecepatan aliran udara. Menganalisa kondisi desain geometri *canyon* bangunan (aspek rasio H/W dan L/W) didalam kondisi meningkatnya jumlah lantai bangunan (JLB) pada bangunan tepi air terkait dengan peraturan-peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000).

3.9.3. Analisis Eksperimen Model Desain Canyon Bangunan Terhadap Kinerja Lingkungan Termal Perkotaan Daerah Pesisir

Proses eksperimen yang dilakukan disini bertujuan untuk melihat pengaruh modifikasi desain geometri *canyon* bangunan (H/W dan L/W) terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan tepi air daerah pesisir yang di klasifikasikan menjadi 2 jenis pengamatan yaitu pengamatan pengaruh aspek rasio H/W (*deep canyon* dan *shallow canyon*) terhadap kinerja temperatur udara (Johansson, 2006; Bakarman dkk, 2015) dan pengaruh aspek rasio L/W (*long canyon* dan *short canyon*) terhadap perubahan kecepatan aliran udara didalam desain *canyon*. Karena keberadaan lokasi desain *canyon* bangunan berada dekat dari tepi air, desain *canyon* akan terkait dengan perubahan kondisi bangunan tepi air (bangunan penghalang) yaitu meningkatnya jumlah lantai bangunan, sehingga salah satu model eksperimen terkait dengan peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000) tentang kawasan dan bangunan tepi air yang menetapkan ketinggian bangunan maksimum 15 meter dan orientasi bangunan harus menghadap tepi air karena hal tersebut terkait posisi bangunan terhadap matahari dan arah tiupan angin. Adanya ketersediaan aliran udara yang berlimpah di lihat sebagai suatu keuntungan yang dapat dimanfaatkan pada desain *canyon* bangunan yang ada di Kota Selatpanjang untuk melihat kinerja yang berbeda pada desain *canyon* bangunan didalam mempengaruhi kinerja lingkungan termal perkotaan tepi air daerah pesisir.

BAB IV

PEMBAHASAN HASIL STUDI LAPANGAN

4.1. Lokasi Penelitian

Kota Selatpanjang terletak di bagian utara Pulau Tebing Tinggi dengan luas wilayahnya 45,44 km². Kota Selatpanjang merupakan ibukota dari Kabupaten Meranti (Pulau Merbau, Pulau Ransang dan Pulau Tebing tinggi) yang terletak diantara selat Air Hitam dan sungai Suir. Pada awal mula Selatpanjang berstatus sebagai kecamatan di bawah pemerintahan Kabupaten Bengkalis dengan area terbangun (bangunan rumah dan ruko 2 lantai) berada di sepanjang pantai (selat Air Hitam). Pasca pemekaran, Kota Selatpanjang berada di bawah pemerintahan Kabupaten Meranti dan memiliki peran sebagai ibukota. Perubahan kondisi tersebut memberikan dampak dari segi pertumbuhan pada sektor pembangunan yang mengakibatkan meningkatnya penggunaan lahan.

Secara tinjauan umum, Kota Selatpanjang terbagi empat kawasan yaitu: Selatpanjang kota, Selatpanjang barat, Selatpanjang timur, dan Selatpanjang selatan. Dari data Bappeda Kota Selatpanjang 2016, daerah padat berada pada Kota Selatpanjang bagian barat. Kepadatan kawasan tersebut tidak terlepas dari banyaknya pembebasan lahan yang dilakukan pada kawasan permukiman. Dimensi bangunan awalnya memiliki ketinggian yang rendah berkisar 3-5m mengalami peningkatan ketinggian menjadi 8-20 m dengan konfigurasi bangunan tertata secara linier menjadi 2 bentuk, yaitu: 1) berderet, berdempet, dan 2) Berderet dan bercelah. Lebar koridor jalan tidak mengalami perubahan dari kondisi awal yaitu 5 meter. Selanjutnya masyarakat yang telah membebaskan tanahnya melakukan ekspansi dengan menyebar ke kawasan Selatpanjang bagian selatan, Selatpanjang kota, dan terakhir ke bagian Selatpanjang bagian timur (Gambar 4. 1).

Selatpanjang bagian barat memiliki kawasan dengan luasan yang paling kecil jika dibandingkan area Selatpanjang lainnya. Hanya memiliki luas kawasan sebesar 1 km² namun memiliki jumlah area terbangun tertinggi dengan jumlah penduduk terpadat yang merupakan kawasan paling sibuk dengan kegiatan masyarakat lokal maupun pendatang.



Gambar 4. 1 Peta perkembangan Kota Selatpanjang

Dari data Bappeda kabupaten Meranti 2016 terdapat tiga fungsi kawasan pada Selatpanjang bagian barat, yaitu: fungsi perdagangan dan jasa (ruko pecinan-melayu dan hotel), fungsi permukiman, dan fungsi kantor pemerintahan (bangunan kantor). Mayoritas pertama ditempati oleh fungsi permukiman dan fungsi perdagangan dan jasa, kemudian diikuti oleh fungsi kantor pemerintahan.



Gambar 4. 2 Kawasan Selatpanjang bagian barat (Goggle map, 2016)

Perkembangan fisik kota yang sangat pesat mengakibatkan perubahan pada area terbangun dengan munculnya bangunan-bangunan baru disepanjang jalan

utama Imam Bonjol sehingga menghasilkan perubahan pada geometri desain *canyon* bangunan. Perubahan tersebut menyediakan permukaan ganda bagi proses refleksi sinar matahari dan penghalang aliran udara pada lingkungan *canyon* bangunan. Seperti yang dikatakan Niachao (2008) bahwa perubahan yang terjadi pada geometri perkotaan memiliki dampak langsung pada kinerja lingkungan termal.

4.2. Tinjauan Iklim Kota Selatpanjang

Kota Selatpanjang merupakan kota yang terletak di dataran rendah tepatnya pada daerah pesisir. Secara geografis, Kota Selatpanjang terletak di antara 0° 48' 36" - 1° 2' 24" Lintang Utara, dan 102° 25' 12"-103° 0' 0" Bujur Timur. Letak geografis ini mempengaruhi kondisi iklim Kota Selatpanjang yang dipengaruhi oleh iklim panas lembab dengan karakteristik umum hampir sama dengan kota-kota lain di Indonesia. Keberadaan kota yang terletak didaerah pesisir menjadikan Kota Selatpanjang memiliki suhu temperatur relatif panas, kelembaban udara yang relatif tinggi, dan kecepatan aliran udara relatif tinggi. Tabel berikut menunjukkan data iklim Kota Selatpanjang dalam kurun waktu 5 tahun terakhir.

Tabel 4. 1 Data iklim Kota Selatpanjang

Bln	Temperatur Udara			Kelembaban udara	Kecepatan angin	Arah angin	Curah Hujan
	Maks	Min	Rata-rata	Rata-rata	Kecepatan Rata-rata	Frekuensi	Jumlah rata-rata
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	m/s		mm
Jan	28	27,4	27,5	78	6,4	NE	51.7
Feb	27,4	28,3	27,9	75,6	5,8	NE	163.7
Mar	29	27,4	28,4	78,2	6,8	NE	87.3
Apr	28,9	27,7	28,4	78,2	5,8	NE	149.1
Mei	29,9	27,8	28,6	78	6,2	NW	149.5
Juni	30,1	27,5	28,7	74,2	7,2	NW	82.8
Juli	29,3	27,6	28,2	78,2	6	NW	80.8
Aug	28,5	27,4	27,8	78	5,5	NW	103.7
Sep	27,9	26,2	27,1	73,7	5,8	NW	163.1
Okt	28,2	27,7	28	76,5	5,6	NW	240.2
Nov	28,9	27,5	28	78,6	5,8	NW	254.8
Des	28,7	27,5	27,9	80	6,5	NE	121

Sumber: BMKG Provinsi Riau (2012-2016)

Pada penelitian ini dibutuhkan data iklim makro Kota Selatpanjang untuk dapat melihat waktu ekstrim, yaitu kondisi iklim pada bulan terpanas (Juni).

Pemilihan bulan terpanas ini berdasarkan kondisi temperatur udara rata-rata tertinggi dalam kurun waktu 5 tahun terakhir (Tabel 4.1).

Adapun karakteristik yang dapat dijelaskan pada kondisi iklim makro Kota Selatpanjang, sebagai berikut:

1. Temperatur Udara

Temperatur rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Juni yaitu 28.7 °C. Bulan Juni merupakan kondisi ekstrim yang terjadi pada lokasi penelitian. Peningkatan dan penurunan temperatur yang terjadi pada iklim makro Kota Selatpanjang juga dipengaruhi oleh elemen iklim lainnya, seperti kelembaban udara, curah hujan, dan kecepatan aliran udara.

2. Kelembaban Udara

Kelembaban udara rata-rata terendah terjadi pada bulan Juni yaitu sebesar 74,2%. Sedangkan pada bulan Desember memiliki kelembaban rata-rata tertinggi yaitu 80%. Jika dilihat dari Tabel 4.1, peningkatan dan penurunan kelembaban udara setiap bulannya tidak memiliki perbedaan yang signifikan, hanya sekitar 2%-7%.

3. Kecepatan dan Arah Aliran udara

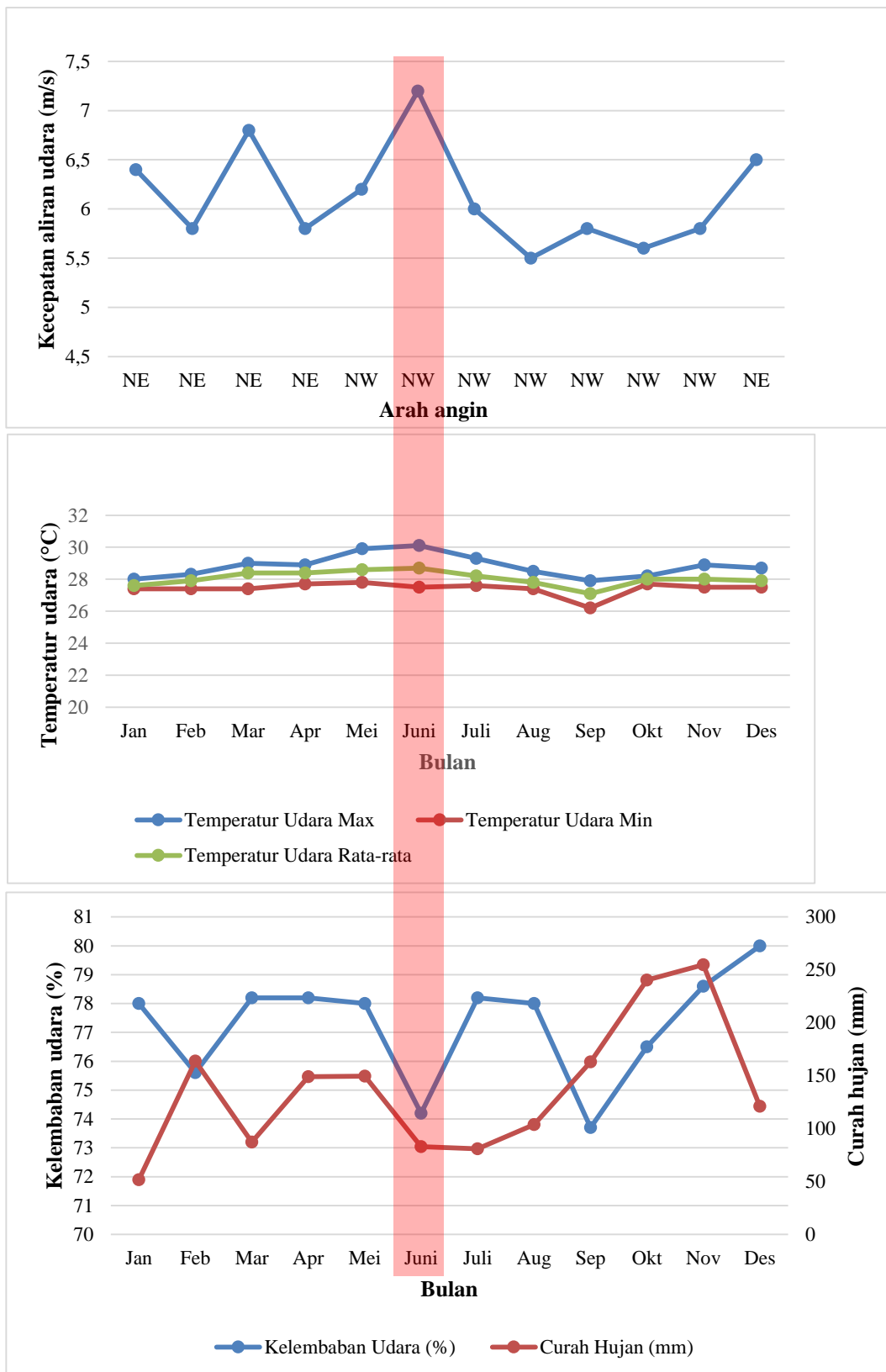
Kecepatan aliran udara pada lokasi penelitian cenderung tinggi. Kecepatan aliran udara yang terjadi dari data lima tahun sebelumnya pada Kota Selatpanjang berkisar antara 5-7.88 m/s. Kecepatan aliran udara rata-rata tertinggi terjadi pada bulan Juni yaitu dengan kecepatan 7.88 m/s. Frekuensi arah datang aliran udara terbanyak yaitu dari utara barat laut. Perubahan yang terjadi pada arah aliran udara tidak terlepas dari topografi yang dimiliki oleh Kota Selatpanjang. Kondisi Kota Selatpanjang yang dikelilingi oleh perairan menjadikan kawasan ini sangat terpengaruh oleh sifat iklim perairan dimana perbedaan suhu antara perairan (laut) dengan daratan mengakibatkan arah aliran udara akan selalu berubah dengan mengikuti bagian daratan yang memiliki suhu terendah.

4. Curah Hujan

Curah hujan rata-rata terendah terjadi pada bulan Januari yaitu sebesar 51.7 mm, sedangkan curah hujan rata-rata tertinggi terjadi pada bulan November sebesar 254.8 mm. kondisi curah hujan di Kota Selatpanjang pada data 5 tahun terakhir juga dipengaruhi oleh kondisi kawasan yang mengalami fenomena bencana asap akibat dari pembakaran hutan.

Gambar 4. 3 menunjukkan bahwa pada saat bulan terpanas (Juni), terjadinya peningkatan temperatur udara rata-rata tertinggi, kecepatan aliran udara menjadi relatif tinggi, kelembaban udara dan curah hujan mengalami penurunan. Data yang didapat dari BMKG Provinsi Riau tidak menyertakan data intensitas radiasi matahari karena perubahan temperatur dan kelembaban udara pada lingkungan termal hanya dilihat melalui pengaruh dari kecepatan aliran udara. Hal tersebut terkait kekhasan lokasi penelitian yang berada pada kawasan pesisir.

Dari karakteristik elemen iklim makro untuk Kota Selatpanjang dapat disimpulkan bahwa peningkatan dan penurunan temperatur udara dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara yang pada lokasi penelitian merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan didalam memperbaiki kinerja lingkungan termal Kota Selatpanjang yang mengalami fenomena pulau panas perkotaan. Terjadinya perbedaan temperatur udara antara wilayah daratan dan laut memberikan peningkatan pada kecepatan aliran udara. Hal tersebut dapat dilihat pada bulan terpanas yaitu bulan juni dengan kondisi temperatur udara rata-rata 28.7 °C, Aliran udara yang datang dari arah laut akan membawa panas kedaratan. Kecepatan aliran udara memiliki nilai tertinggi yaitu 7.88 m/s dengan kondisi kelembaban udara kedua terendah yaitu 74.2 %. Panasnya kondisi daerah pesisir menghasilkan rendah nya curah hujan pada saat bulan terpanas yaitu 82.8 mm. Secara keseluruhan perubahan yang terjadi pada setiap elemen iklim pada Tabel 4.1 memiliki selisih nilai perbedaan yang kecil. Keterkaitan antara elemen iklim sangat kuat, untuk profil temperatur udara memiliki hubungan yang linier terhadap kondisi kecepatan aliran udara yaitu sama-sama dalam mengalami peningkatan dan penurunan nilainya. Hal tersebut berbanding terbalik dengan dua elemen iklim lainnya yaitu kelembaban udara dan curah hujan yang sama-sama mengalami penurunan nilai jika dilihat pada bulan terpanas.



Gambar 4. 3 Kondisi iklim makro Kota Selatpanjang dalam kurun waktu lima tahun

4.3. Kota Tua Selatpanjang Sebagai Area Studi

Pertumbuhan Kota Selatpanjang melalui nilai-nilai historis, lokasi, ekonomis, topografi dan cultural membawa Kota Selatpanjang menjadi salah satu kota daerah pesisir yang memiliki pusat perkotaan berada dekat dari tepi air. Pusat Kota Selatpanjang disini dikenal sebagai istilah kota tua yang terletak di Selatpanjang bagian barat.



Gambar 4. 4 Kondisi desain *canyon* bangunan jalan Imam Bonjol

Adanya kota tua yang sudah menjadi bagian dari masyarakat terdahulu masih merupakan bagian terpenting di era modern saat ini dan didalam perkembangan kota modern saat ini. Hal tersebut tidak terlepas dari pusat kegiatan ekonomi dan

perdagangan masih menjadi milik kawasan kota tua. Hal demikian membuat kawasan ini masih memiliki tingkat mobilitas dan kepadatan yang tinggi. Gambar 4.4 diatas menunjukkan situasi dan kondisi desain *canyon* jalan Imam bonjol pada Kota Selatpanjang. Desain *canyon* pada jalan ini terbagi 2 tipe yaitu tipe *deep canyon* dan *shallow canyon*. *Deep canyon* berada disepanjang area yang dekat dari tepi pantai sedangkan *shallow canyon* berada pada area pengembangan yang jauh dari tepi pantai. Tipe *deep canyon* pada Kota Selatpanjang memiliki karakteristik area terbangun (*build up area*) dengan persentase tinggi, bentuk bangunan yang kompak, jalan-jalan yang sempit sedangkan tipe *shallow canyon* dengan karakteristik area terbangun dengan persentase rendah karena sudah diterapkannya GSB sesuai dengan peraturan pemerintah daerah no. 09 (2015). Kondisi bangunan tertata berderet dan berdempet dengan ketinggian bangunan 4-6 lantai. Ketinggian bangunan tersebut mengalami kenaikan 2-3 lantai dengan lebar jalan yaitu 5 meter.

Pada kawasan ini juga terdapat bangunan yang berdiri di atas badan air yang mengalami peningkatan *JLB*. Sehingga pada kondisi hari ini bangunan ruko mencapai ketinggian 4-5 lantai dengan kondisi bangunan tertata berderet dan berdempet disepanjang pantai (timur-barat). Jika dilihat fenomena demikian tentu hal tersebut tidak sesuai dengan peraturan dari Ditjen Cipta Karya (2000) yang memaparkan bahwa ketinggian bangunan maksimum 15 meter dan orientasi bangunan harus menghadap tepi air karena hal tersebut terkait posisi bangunan terhadap matahari dan arah tiupan angin. Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai karakteristik dari masing-masing desain *canyon* pada jalan Imam Bonjol.

4.3.1. Karakteristik Desain Canyon 1

Desain *canyon* 1 memiliki aktivitas ruang yang sangat padat dengan fungsi utama yaitu kegiatan perdagangan dan jasa. Ketinggian rata-rata bangunan berkisar 5-20 meter dengan lebar jalan 5 meter. Jarak desain *canyon* 1 dari tepi air yaitu ± 50 meter, sehingga desain *canyon* 1 mendapatkan pengaruh yang besar khususnya pada penurunan distribusi kecepatan aliran udara sebagai akibat dari meningkatnya jumlah lantai bangunan yang dibangun tidak sesuai dengan peraturan-peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000). Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai karakteristik desain *canyon* 1 pada Tabel 4.2.

Tabel 4. 2 Karakteristik desain *canyon* 1

Pola perletakan Bangunan	Pola Linier Berderet dan berdempet
Orientasi	Utara – Selatan
Deskripsi dan aktivitas desain <i>canyon</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi arus lalu lintas dikategorikan tinggi • Kendaraan roda dua dan roda tiga • Badan jalan digunakan sebagai area parkir kendaraan • Jarak dari tepi pantai 50 meter
<p>Ilustrasi</p> 	
<p>Nilai $H/W - L/W$</p>  <p>Nilai L/W</p> 	<p>Tinggi bangunan : 5-20 meter (1-4 lantai) Lebar Jalan : 5 meter Panjang <i>canyon</i> : 104 meter (Jl. Ahmad Yani-Jl Merdeka)</p>   <p>Potongan A-A</p> <p>8.98 12.44</p> <p>5</p> <p>Potongan B-B</p> <p>$H/W : (H1+H2/2)/W = 2.14$ (Lampiran 3) (Takkanon, 2016) $L/W = 20.8$ (Lampiran 3) (Hang dkk, 2010)</p>

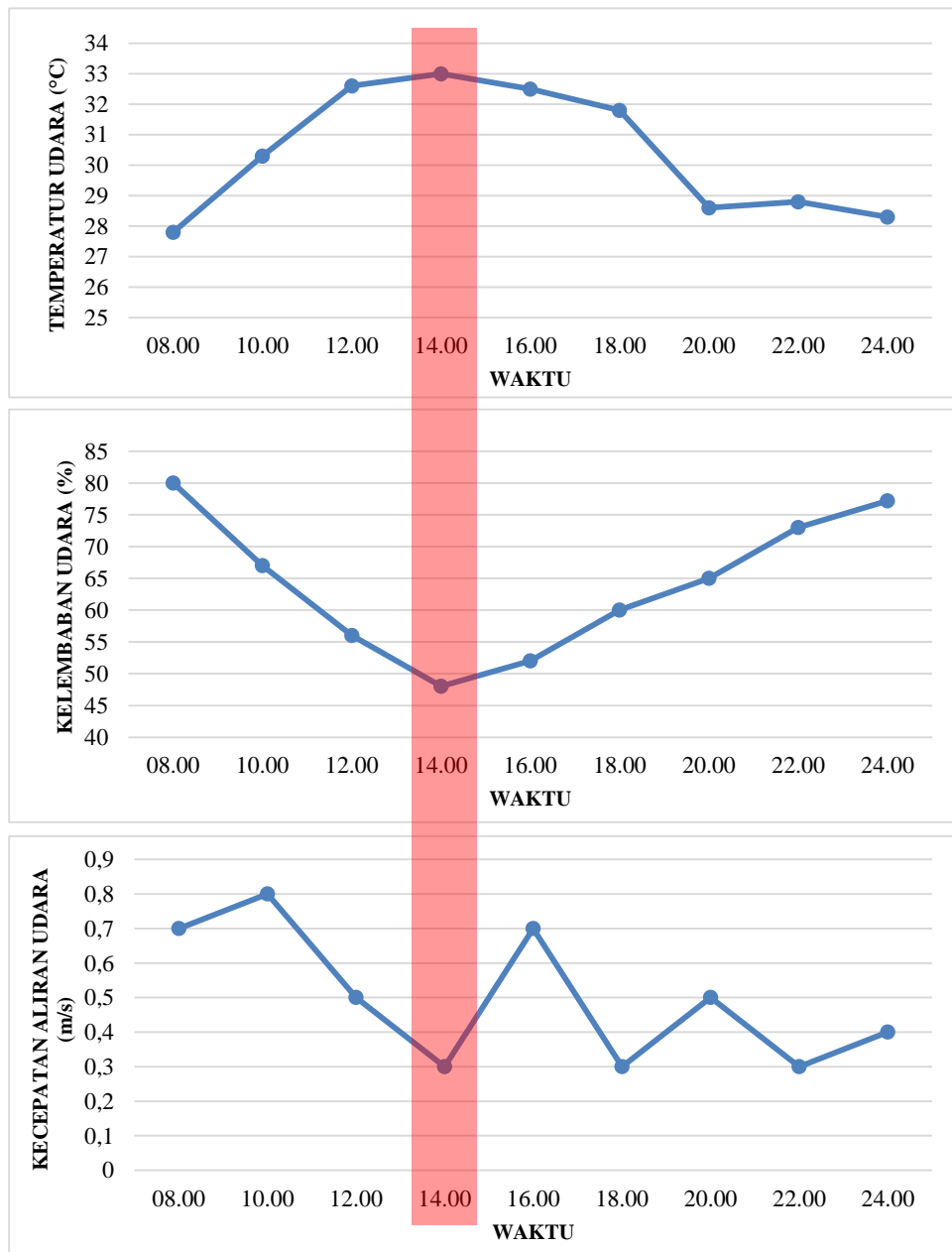
Seperti yang telah dijelaskan diatas, desain *canyon* 1 ini berada dekat dari tepi pantai dengan jarak hanya 50 meter. *H/W* pada titik pengukuran 1 memiliki nilai kedalaman yang paling tinggi (*deep canyon*) yaitu 2.14. Hal tersebut diakibatkan ketinggian bangunan (*H*) mengalami peningkatan 5-15 meter dengan perbandingan lebar jalan (*W*) tidak mengalami perubahan yaitu 5 meter. Kecepatan aliran udara memiliki nilai yang rendah dengan rata-rata 0.3 m/s jika di bandingkan nilai kecepatan aliran udara pada titik *inlet* (tepi pantai) yaitu rata-rata 2.5 m/s. Berikut Tabel 4.3 memperlihatkan hasil dan grafik pengukuran profil iklim yaitu temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara pada desain *canyon* 1.

Tabel 4. 3 Profil iklim desain *canyon* 1

Jam	Temperatur Udara			Kelembaban udara			Kecepatan Aliran udara		
	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(%)	m/s	m/s	m/s
08.00	28,5	26,8	27,8	85	75	80	1,5	0,3	0,7
10.00	31,5	27,8	30,3	77	58	67	0,9	0,3	0,8
12.00	35,1	28,9	32,6	70	45	56	0,8	0,2	0,5
14.00	35,1	32,4	33	50	43	48	0,8	0,1	0,3
16.00	34,4	31,8	32,5	59	49	52	1,7	0,6	0,7
18.00	32,3	31,4	31,8	66	57	60	0,5	0,1	0,3
20.00	30,7	28,6	28,6	71	61	65	1	0,3	0,5
22.00	29,5	28,1	28,8	76	72	73	0,5	0,1	0,3
24.00	28,7	28	28,3	81	74	77,2	0,4	0,2	0,4

Kondisi desain *canyon* 1 menghasilkan nilai temperatur udara rata-rata pada waktu ekstrim (14.00) yaitu 33 °C, dengan kecepatan aliran udara rata-rata 0.3 m/s, dan kelembaban udara rata-rata 48% (Gambar 4.5). Dari hasil pengukuran dapat dilihat bahwa karakteristik yang dimiliki oleh desain *canyon* 1 menghasilkan temperatur udara yang paling rendah dibandingkan dengan Desain *canyon* lainnya. Hal tersebut sejalan dengan penelitian yang dilakukan oleh Takkanon (2016) di Kota Bangkok (tropis) dan Bakarman, dkk (2015) di Kota Arab saudi (panas-kering) yang menemukan *H/W* tinggi (*deep canyon*) menghasilkan temperatur udara yang lebih rendah. Hal tersebut menjelaskan bahwa *H/W* memainkan peran yang dominan terhadap kuantitas radiasi matahari yang diterima oleh desain *canyon* baik pada permukaan horizontal (permukaan jalan) maupun pada permukaan vertikal (permukaan bangunan). Hal lain yang menyebabkan rendahnya temperatur

udara pada desain *canyon* 1 yaitu orientasi desain *canyon* bangunan yang berorientasi utara-selatan (N-S) dan hal tersebut tidak searah peredaran matahari yang berorientasi timur-barat (W-E). Kondisi tersebut juga memberikan keuntungan pada desain *canyon* pada waktu-waktu tertentu pada jalan utama Imam Bonjol. Seperti yang dikatakan Toudert (2006) didalam penelitiannya menyatakan bahwa periode waktu dan hari terkait tingkat radiasi serta kenyamanan tingkat jalan sangat bergantung pada aspek rasio H/W dan orientasi.




Gambar 4. 5 Grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* 1

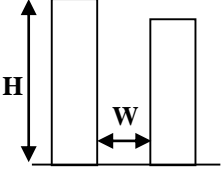
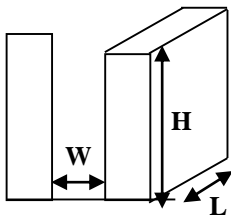
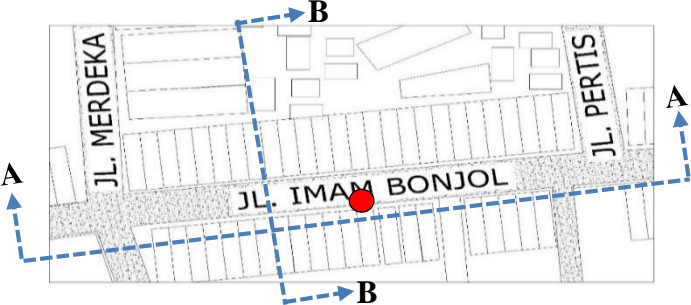
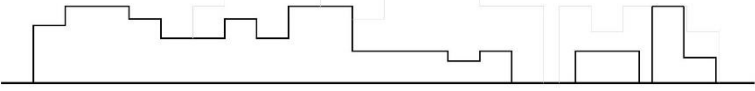
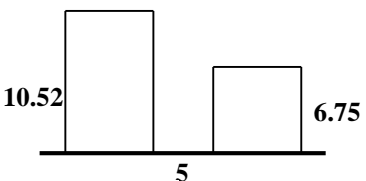
Rendahnya kecepatan aliran udara pada jam kritis tidak memberikan keseimbangan terhadap nilai temperatur udara yang tinggi. Hal tersebut dikarenakan kondisi bangunan tepi air yang mengalami peningkatan jumlah lantai bangunan (Rajagopalan, 2014) sehingga menghalangi distribusi aliran udara pada desain *canyon* bangunan. Sempitnya jalan yang dimiliki desain *canyon* 1 yang berpotensi menciptakan aliran *skimming* dengan perbedaan ketinggian dari bangunan pada desain *canyon* (Chan dkk, 2001; Okeil dkk, 2010; Al sallal dkk, 2012) tidak dapat menaikkan kecepatan aliran udara jika melihat nilai rata-rata yang terjadi pada waktu ekstrim. Hal tersebut dikarenakan arah aliran udara pada kondisi daerah pesisir memiliki tingkat perubahan yang tinggi karena mengikuti bagian daratan mana yang memiliki temperatur udara tertinggi dan berorientasi utara-selatan.

4.3.2. Karakteristik Desain Canyon 2

Kondisi desain *canyon* 2 ini sama dengan kondisi desain *canyon* 1 yaitu memiliki aktivitas ruang yang sangat padat dengan fungsi utama yaitu kegiatan perdagangan dan jasa dengan ketinggian rata-rata bangunan berkisar 5-20 meter dan lebar jalan 5 meter. Panjang desain *canyon* 2 ini yaitu ± 102 m. Berikut data pengamatan dan pengukuran desain *canyon* 2 yang terletak pada radius 150 m dari tepi air:

Tabel 4. 4 Karakteristik desain *canyon* 2

Pola perletakan Bangunan	Pola Linier Berderet dan berdempet
Deskripsi dan aktivitas desain <i>canyon</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi arus lalu lintas dikategorikan tinggi • Kendaraan roda dua dan roda tiga • Badan jalan juga digunakan sebagai area parkir kendaraan • Jarak dari tepi pantai 150 meter
Ilustrasi <div>  </div>	

Orientasi	Utara-selatan
Nilai $H/W - L/W$  	Tinggi bangunan : 5-20 meter (1-5 lantai) Lebar Jalan : 5 meter Panjang <i>canyon</i> : 110 meter (Jl. Merdeka-Jl. Pertis)   DESAIN CANYON 2 Potongan A-A  Potongan B-B $H/W : (H_1+H_2/2)/W = 1.72$ (Lampiran 4) (Takkanon, 2016) $L/W = 22$ (Lampiran 4) (Hang dkk, 2010)

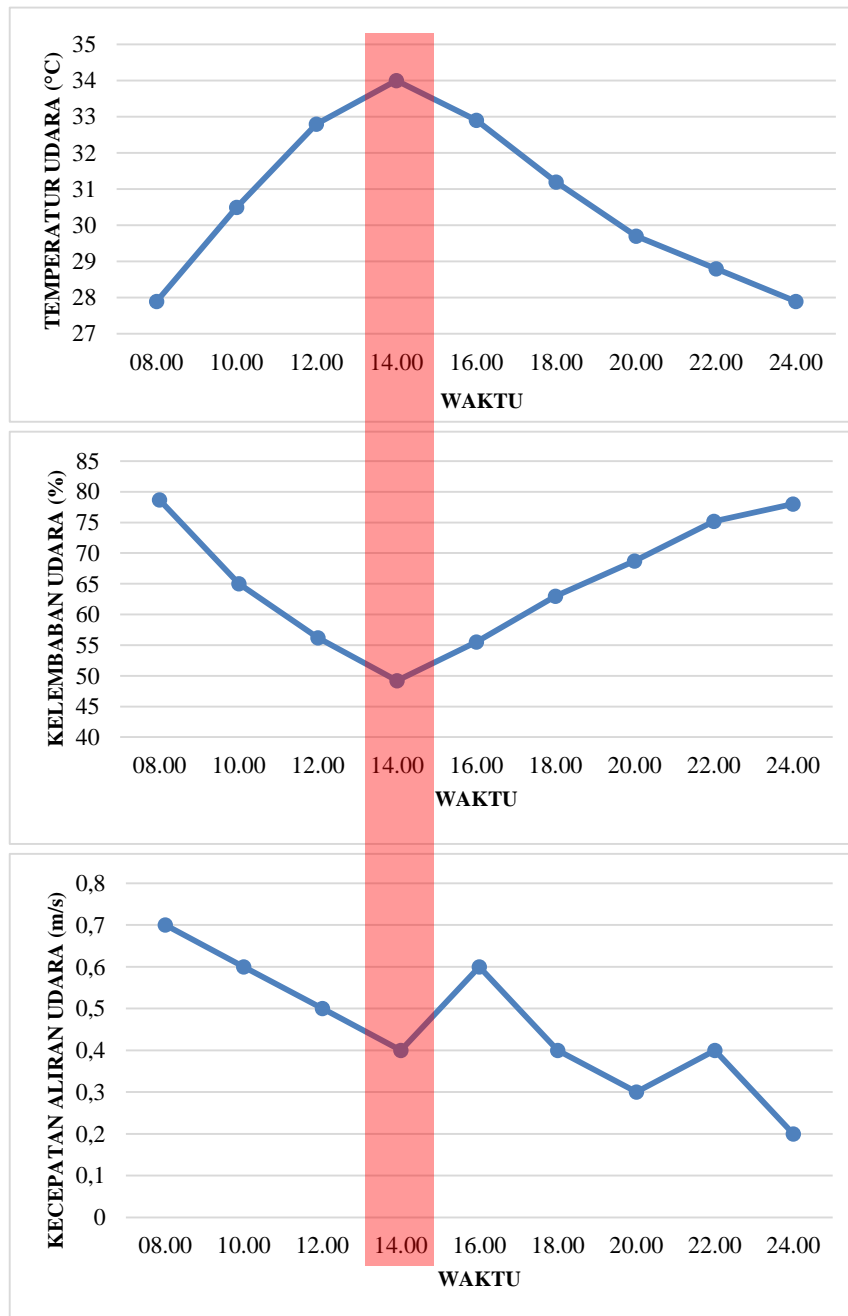
Dari segi kondisi lingkungan, desain *canyon* 2 ini tidak jauh berbeda dengan desain *canyon* 1. Tingkat pengguna jalan masih dikategorikan tinggi. Perbedaan dengan desain *canyon* 1 yaitu pada nilai H/W dan L/W . Nilai aspek rasio H/W pada desain *canyon* 2 ini lebih rendah jika dibandingkan desain *canyon* 1 yaitu $H/W=1.72$. Sedangkan pada nilai aspek rasio L/W memiliki nilai yang lebih panjang yaitu $L/W=22$. Hal tersebut terjadi dikarenakan adanya perubahan dimensi dari panjang jalan namun memiliki (W) yang sama dengan desain *canyon* 1. Hal lain yang membedakan yaitu beberapa bentuk bangunan sudah mengalami modernisasi dengan bangunan tertata linier berderet dan berdempet. Berikut ditampilkan data profil termal hasil pengukuran lapangan beberapa waktu yang lalu.

Tabel 4. 5 Profil iklim desain *canyon* 2

Jam	Temperatur Udara			Kelembaban udara			Kecepatan angin		
	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(%)	m/s	m/s	m/s
08.00	28,7	27	27,9	84	71	78,7	1,8	0,1	0,7
10.00	32,2	28,4	30,5	74	56	65	0,9	0,2	0,6
12.00	35,7	30,5	32,8	65	50	56,2	1,3	0,1	0,5
14.00	35,1	32,9	34	54	45	49,2	0,8	0,4	0,4
16.00	34	32	32,9	66	50	55,5	1,1	0,3	0,6
18.00	31,9	30,1	31,2	71	60	63	0,6	0,3	0,4
20.00	30,6	28,8	29,7	71	66	68,7	0,7	0,1	0,3
22.00	29,6	28	28,8	81	72	75,2	1,2	0,1	0,4
24.00	28,2	27,7	27,9	83	75	78	0,3	0,1	0,2

Dari Tabel 4.5 dapat dilihat kinerja lingkungan termal yang terjadi pada desain *canyon* 2. Kondisi nilai temperatur udara pada desain *canyon* 2 memiliki nilai temperatur udara lebih tinggi 1 °C dibandingkan desain *canyon* 1 pada kondisi ekstrim (pukul 14.00). Adanya kesamaan karakteristik bangunan dan aktivitas yang terjadi didalam desain *canyon* memberikan variasi profil termal yang tidak jauh berbeda. Menurunnya nilai H/W dengan selisih sebesar 0.42 dibandingkan dengan desain *canyon* 1 memberikan kenaikan pada nilai temperatur udara sebesar 1 °C meskipun memiliki orientasi jalan yang sama. Hal tersebut sama dengan hasil penelitian yang telah dilakukan Toudert (2006) bahwa nilai H/W lebih dominan berpengaruh dibandingkan orientasi pada sebuah *canyon*. Sebagaimana yang telah dijelaskan sebelumnya tentang perbedaan terkait arah orientasi desain *canyon* pada pembahasan desain *canyon* 1, Toudert (2006) juga menyatakan hal yang sama bahwa perbedaan orientasi antara N-S dan W-E akan terkait dengan arah edaran matahari. Jalan yang memiliki orientasi W-E akan mengalami paparan sinar matahari langsung yang lebih lama dibandingkan jalan dengan orientasi N-S. Pada kondisi kecepatan aliran udara yang telah dijelaskan sebelumnya, jika melihat nilai rata-rata kecepatan aliran udara yang hanya 0.4 m/s meskipun berbeda nilai H/W dan adanya perbedaan ketinggian bangunan hal demikian tidak mempengaruhi perubahan kecepatan aliran udara. Namun jika melihat perbandingan nilai maksimal dan minimal hal demikian dapat terjadi karena perbedaan kecepatan aliran udara mengalami perbandingan yang tinggi hingga 0.8 m/s. Seperti yang

dikatakan Priyadarsini, dkk (2005) bahwa adanya beberapa bangunan lebih tinggi dari bangunan lainnya, kecepatan aliran udara meningkat dan menurunkan temperatur udara sebesar 1 °C untuk aliran paralel, dan 1.1 °C untuk aliran tegak lurus. Berikut Gambar 4.6 memperlihatkan grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon 2*.


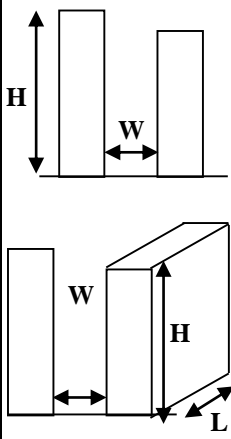
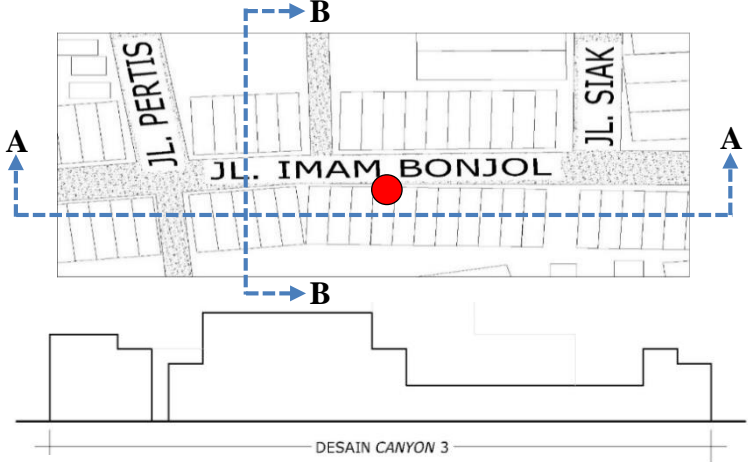


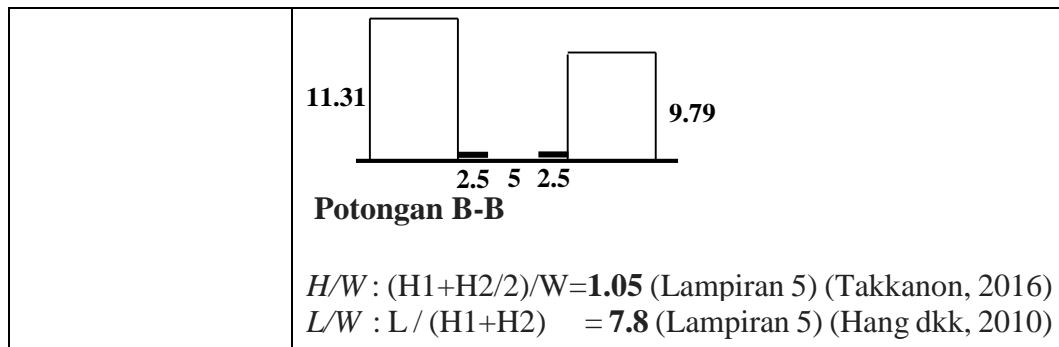
Gambar 4. 6 Grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon 2*

4.3.3. Karakteristik Desain Canyon 3

Desain *canyon* 3 merupakan desain *canyon* didalam karakteristik perkotaan dengan tingkat kepadatan yang rendah dibandingkan dengan desain *canyon* 1 dan 2. Hal tersebut ditunjukkan dengan nilai H/W yang lebih rendah dikarenakan terjadinya perubahan pada nilai W . Berikut penjelasan lebih lanjut mengenai karakteristik desain *canyon* 3.

Tabel 4. 6. Karakteristik desain *canyon* 3

Pola perletakan Bangunan	Pola Linier Berderet dan berdempet Berderet dan bercelah
Orientasi	Utara – Selatan
Deskripsi dan aktivitas desain <i>canyon</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi arus lalu lintas dikategorikan Sedang • Kendaraan roda dua dan roda tiga • Badan jalan juga digunakan sebagai area parkir kendaraan • Jarak dari tepi air 250 meter
<p>Ilustrasi</p> 	
<p>Nilai $H/W - L/W$</p> 	<p>Tinggi bangunan : 5-20 meter (1-5 lantai) Lebar Jalan : 5 meter Panjang <i>canyon</i> : 78 meter (Jl. Pertis-Jl. Siak)</p>  <p>Potongan A-A</p>



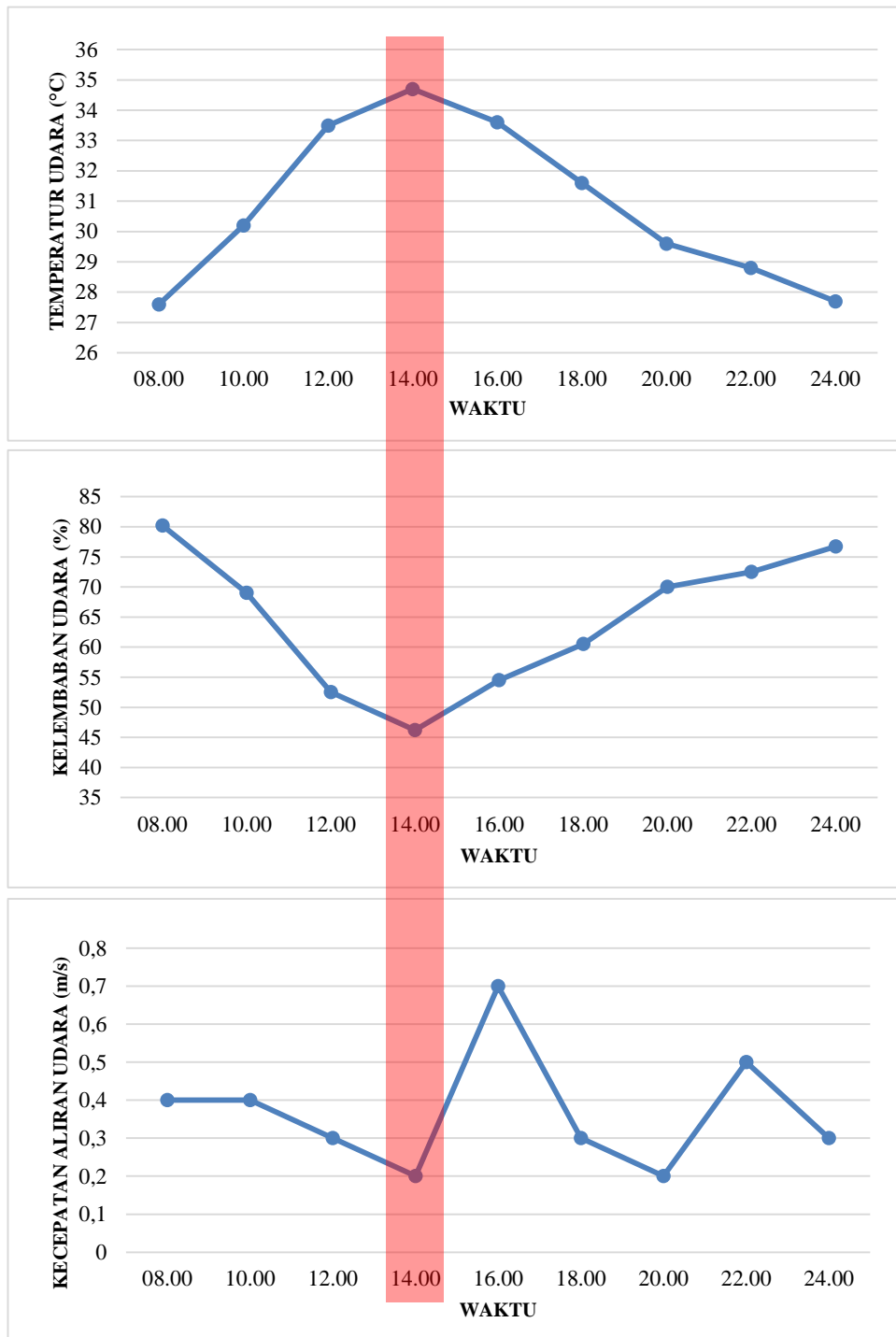
Tipe desain *canyon* 3 ini merupakan tipe *Shallow canyon*. Kawasan dengan bangunan didalamnya sudah memiliki bentuk yang modern dengan desain H/W yang rendah karena nilai W yang mengalami perubahan Berikut ditampilkan data profil termal hasil pengukuran lapangan beberapa waktu yang lalu.

Tabel 4. 7 Profil iklim desain *canyon* 3

Jam	Temperatur Udara			Kelembaban udara			Kecepatan angin		
	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(%)	m/s	m/s	m/s
08.00	28,5	26,8	27,6	87	74	80,2	1,1	0,1	0,4
10.00	31,9	27,9	30,2	82	59	69	0,5	0,1	0,4
12.00	35,4	31	33,5	69	42	52,5	0,6	0,3	0,3
14.00	37,4	33,4	34,7	49	44	46,2	0,6	0,1	0,2
16.00	35,4	32,6	33,6	64	45	54,5	1	0,4	0,7
18.00	32,2	29	31,6	75	54	60,5	1	0,1	0,3
20.00	30,3	28,8	29,6	72	69	70	0,3	0,2	0,2
22.00	29,6	27,8	28,8	80	68	72,5	1	0,2	0,5
24.00	28,3	27	27,7	82	72	76,7	0,5	0,2	0,3

Kondisi profil termal pada desain *canyon* 3 khususnya pada nilai temperatur dan kelembaban udara berada pada nilai 34,7 °C dan 46.2%. Nilai tersebut lebih tinggi jika dibandingkan desain *canyon* 1 dan 2. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, seiring penurunan nilai rasio H/W memberikan jumlah area terpapar radiasi matahari semakin tinggi sehingga berpengaruh pada kondisi temperatur udara dan juga kecepatan aliran udara. Hal tersebut dapat dilihat pada perbandingan temperatur udara dengan desain *canyon* 1 dan 2 yaitu 1.7 °C lebih tinggi dari desain *canyon* 1 dan 0.7 °C lebih tinggi dari desain *canyon* 2. Pada kondisi kecepatan aliran udara, terjadinya penurunan sebesar 0,2 m/s dibandingkan desain *canyon* 1 dan 2 disebabkan oleh besarnya nilai W sebagai akibat diterapkannya peraturan

pemerintah daerah Kota Selatpanjang no 09 (2015). Perubahan nilai W yang terjadi sebesar 5 meter dibandingkan desain *canyon* 1 dan 2. Berikut Gambar 4.7 memperlihatkan grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* 3.


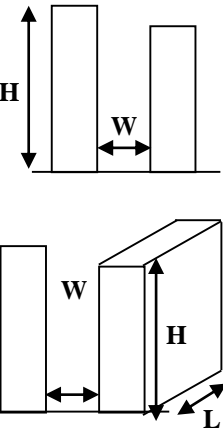
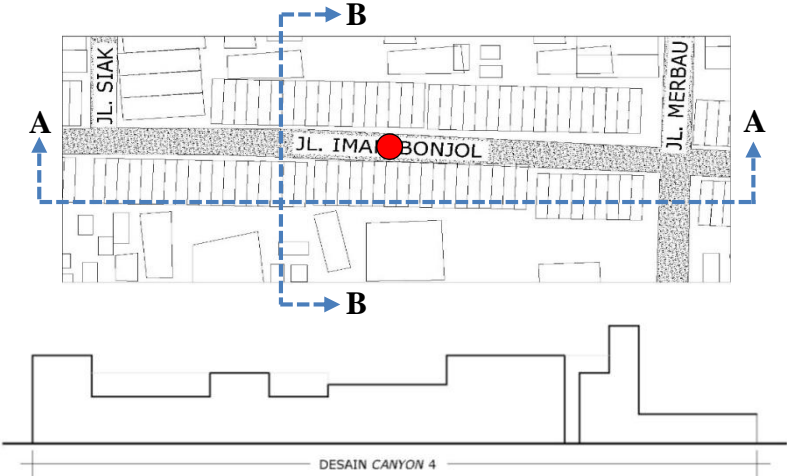
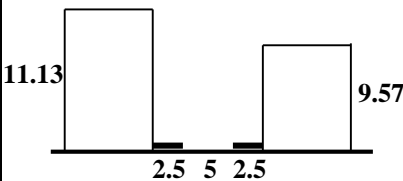


Gambar 4. 7 Grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* 3

4.3.4. Karakteristik Desain *Canyon* 4

Berikut merupakan data pada titik pengukuran desain *canyon* 4 yang terletak pada radius 350 m dari tepi pantai. Panjang desain *canyon* 4 ini terhitung dari siak hingga ke jalan Merbau memiliki panjang *canyon* 177 meter.

Tabel 4. 8 Karakteristik desain *canyon* 4

Pola perletakan Bangunan	Pola Linier Berderet dan berdempet Berderet dan bercelah
Deskripsi dan aktivitas desain <i>canyon</i>	<ul style="list-style-type: none"> • Frekuensi arus lalu lintas dikategorikan tinggi • Kendaraan roda dua dan roda tiga • Jarak dari tepi air 350 meter
Ilustrasi 	
Nilai $H/W-L/W$ 	Tinggi bangunan : 5-20 meter (1-5 lantai) Lebar Jalan : 5 meter Panjang <i>canyon</i> : 177 meter (Jl. Siak-Jl. Merbau) 
	Potongan A-A  Potongan B-B $H/W : (H1+H2) / W = 0.9$ (Lampiran 6) (Takkanon, 2016) $L/W = 17.7$ (Lampiran 6) (Hang dkk, 2010)

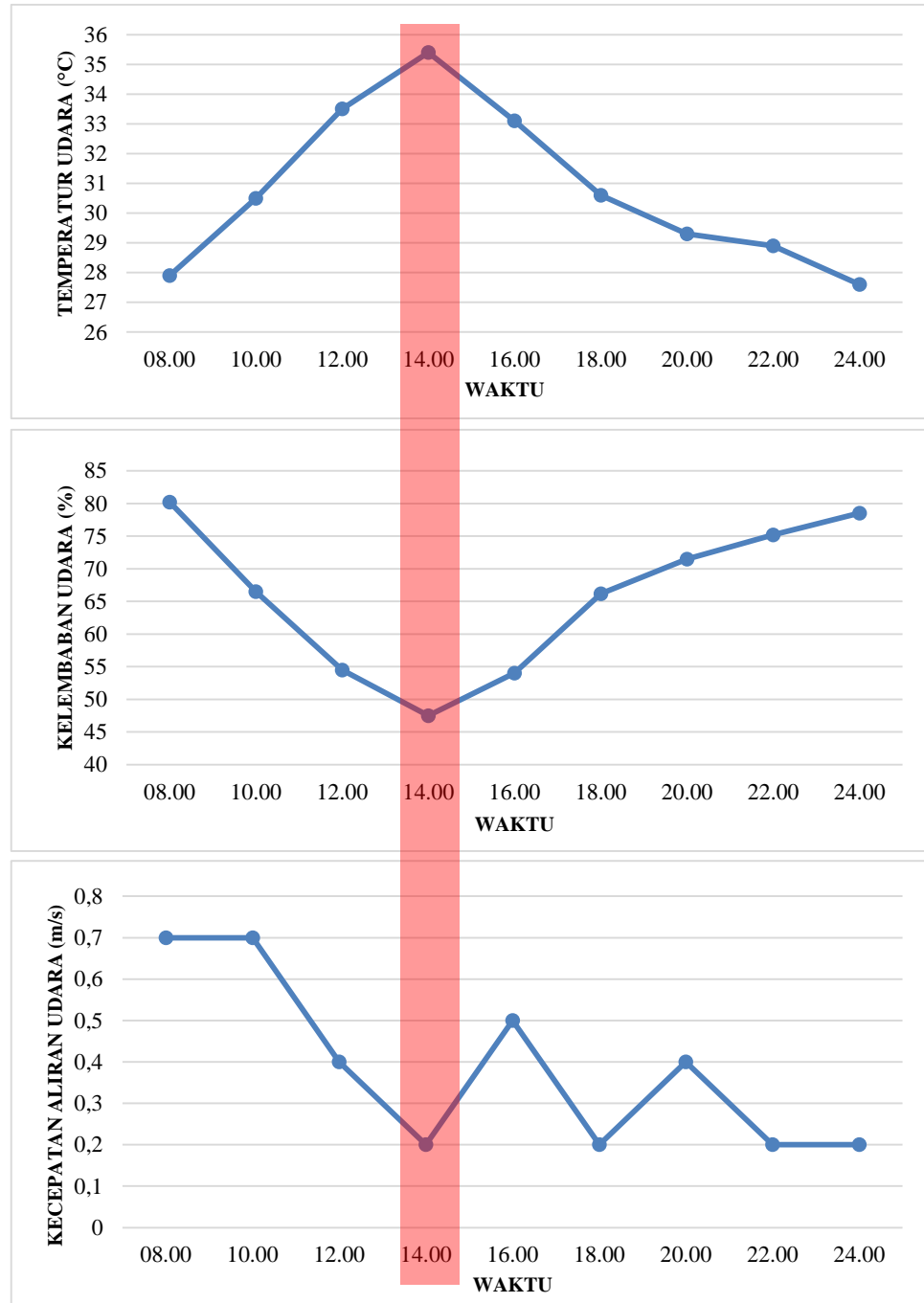
Bentuk dan pola tatanan massa bangunan masih berpola linier, berderet dan berdempet dengan lebar jalan masih 5 m dan tinggi bangunan 5-20 m dengan nilai aspek rasio H/W kurang dari 2. Rendahnya nilai H/W pada desain *canyon* 4 ini dikarenakan perubahan nilai W dengan karakteristik masing-masing bangunan sudah memiliki *GSB* dengan lebar rata-rata 3 meter. Beberapa bangunan sudah ada yang tertata berderet dan bercelah yaitu bangunan rumah tempat tinggal dan bangunan rumah ibadah (Mesjid dan Kelenteng). Berikut Tabel 4.9 hasil pengukuran variabel iklim, temperatur udara, kelembaban udara, dan kecepatan aliran udara pada desain *canyon* 4 beberapa waktu yang lalu.

Tabel 4. 9 Profil iklim desain *canyon* 4

Jam	Temperatur Udara			Kelembaban udara			Kecepatan angin		
	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata	Maks	Min	Rata-rata
	(°C)	(°C)	(°C)	(%)	(%)	(%)	m/s	m/s	m/s
08.00	28,4	27	27,9	86	74	80,2	1,3	0,1	0,7
10.00	32,4	28,2	30,5	78	54	66,5	0,8	0,5	0,7
12.00	35,6	30,1	33,5	68	48	54,5	0,7	0,2	0,4
14.00	37,2	33,1	35,4	57	41	47,5	0,8	0,2	0,2
16.00	34,5	31,6	33,1	60	48	54	1,4	0,1	0,5
18.00	32	28,2	30,6	78	60	66,2	0,5	0,1	0,2
20.00	30,1	28,6	29,3	73	69	71,5	0,9	0,1	0,4
22.00	29,7	27,9	28,9	81	70	75,2	0,6	0,4	0,2
24.00	27,9	27,4	27,6	83	75	78,5	0,5	0,1	0,2

Desain *canyon* 4 merupakan tipe *shallow canyon* dengan nilai H/W paling rendah yaitu 0.9. Selisih nilai H/W dengan desain *canyon* 1 sebesar 1.24 dan menghasilkan selisih temperatur udara sebesar 2.4 °C, dengan desain *canyon* 2 sebesar 0.82 dan menghasilkan selisih temperatur udara sebesar 1.4 °C, dan dengan desain *canyon* 3 sebesar 0.15 dan menghasilkan selisih temperatur udara sebesar 0.7 °C. Seperti yang telah dijelaskan oleh Toudert (2006) bahwa nilai H/W memiliki peran yang lebih dominan jika dibandingkan orientasi. Hal tersebut dapat dilihat secara keseluruhan bahwa dengan orientasi yang sama nilai temperatur udara mengalami perbedaan hingga 0.7-2.4 °C. Terjadinya Selisih temperatur udara diatas karena besarnya area yang terpapar oleh radiasi matahari pada nilai H/W yang lebih rendah. Selain itu, rendahnya kecepatan aliran udara juga menyebabkan hal demikian terjadi. Rendahnya kecepatan aliran udara salah satunya disebabkan

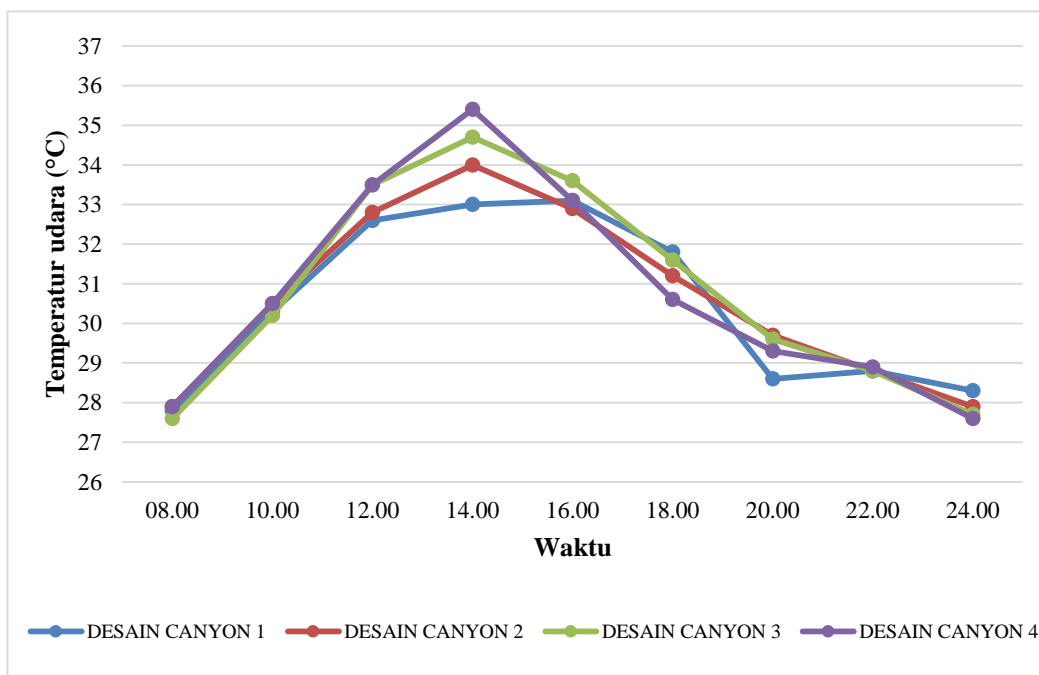
besarnya nilai W yang menyebabkan terjadinya model aliran udara *isolated roughness* dengan kecepatan aliran udara yang rendah pada model desain *canyon 3* maupun desain *canyon 4*. Berikut Gambar 4.8 memperlihatkan grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon 3*.



Gambar 4. 8 Grafik kinerja lingkungan termal pada desain *canyon 4*

4.4. Karakteristik Desain *Canyon* dan Lingkungan Termal Kota Selatpanjang

Berdasarkan deskripsi tentang tipe desain *canyon* yang telah dijelaskan sebelumnya, dapat dijelaskan bahwa setiap tipe desain *canyon* memiliki karakteristik yang berbeda-beda dengan kinerja lingkungan termal yang berbeda-beda pula. Aspek rasio H/W pada Kota Selatpanjang menghasilkan variasi kinerja lingkungan termal di setiap desain *canyon* bangunan. Hal tersebut dapat dilihat pada Gambar 4.9 yang memaparkan kondisi temperatur udara pada semua desain *canyon*. Meskipun desain *canyon* 3 dan 4 menerapkan peraturan pemerintah daerah Kota Selatpanjang no 09 (2015) dan menghasilkan nilai H/W yang lebih dangkal (*shallow canyon*) dibandingkan desain *canyon* 1 dan 2, hal tersebut tidak menempatkan nilai temperatur udara nya memiliki nilai yang lebih rendah. Nilai temperatur udara pada desain *canyon* 3 dan 4 pada waktu ekstrim (pukul 14.00) yaitu 34,7 °C dan 35,4 °C Sedangkan desain *canyon* 1 dan 2 yaitu 33 °C dan 34 °C. Berikut Gambar 4.9 memaparkan grafik perbandingan temperatur udara pada semua desain *canyon* bangunan Kota Selatpanjang.

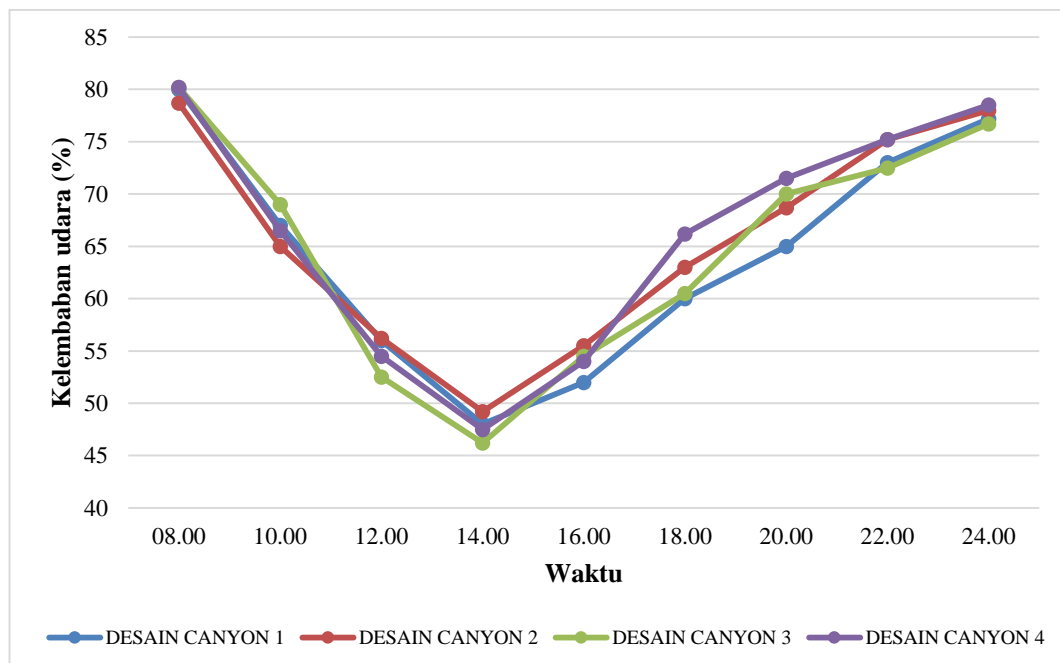


Gambar 4. 9 Grafik perbandingan temperatur udara pada desain *canyon*

Sejalan dengan kondisi temperatur diatas, kondisi kelembaban udara yang dipengaruhi oleh rendahnya kecepatan aliran udara dan tinggi nya temperatur udara mengakibatkan terjadinya penurunan nilai yaitu berada pada angka 46-50% yang

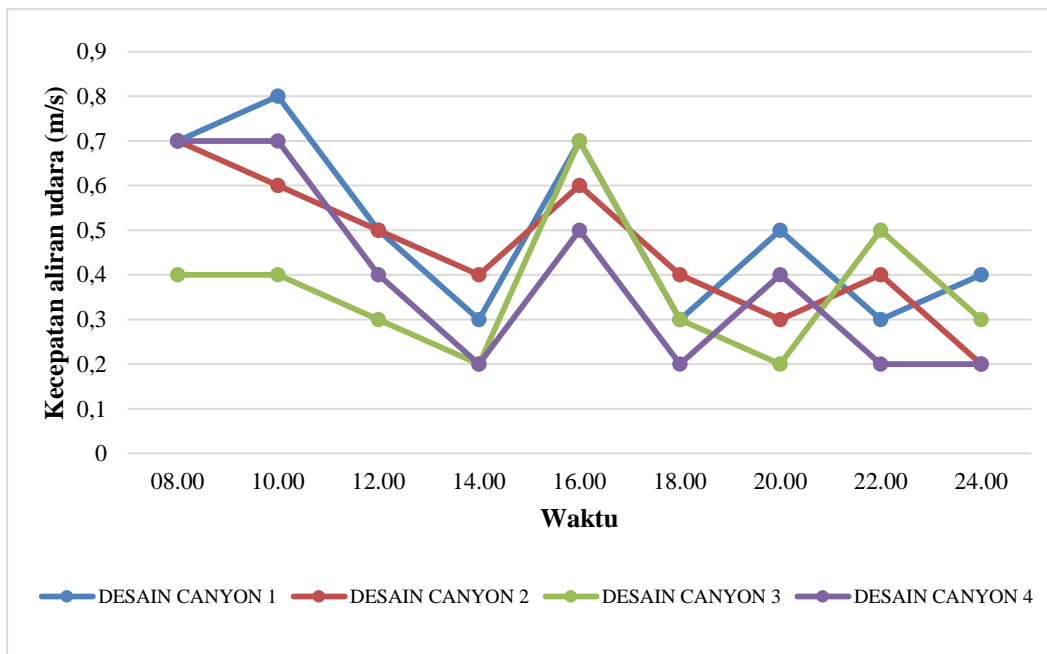
terjadi pada pukul 14.00 dengan desain *canyon* 2 memiliki nilai tertinggi yaitu 49,2% (Gambar 4.10).

Kondisi temperatur dan kelembaban udara pada lokasi penelitian dipengaruhi oleh kecepatan aliran udara dalam bentuk terjadinya penurunan temperatur dan naiknya kelembaban udara. Meningkatnya jumlah lantai bangunan pada bangunan tepi air menjadi penghalang terhadap distribusi kecepatan aliran udara sehingga memberikan penurunan kecepatan aliran udara pada lingkungan *canyon* di ketinggian pengukuran level pedestrian yaitu 1,5 meter. Pada kondisi tanpa penghalang/posisi *inlet* kecepatan aliran udara memiliki nilai rata-rata 2.5 m/s dan terus berkurang seiring bertambahnya radius/jarak dari tepi air dengan rentang nilai rata-rata 0.2-0.8 m/s.



Gambar 4. 10 Grafik perbandingan kelembaban udara pada desain *canyon*

Pada kondisi desain *canyon* 2, 3, dan 4 yang jauh dari tepi air, terjadinya penurunan kecepatan aliran udara selain disebabkan bentuk, dimensi, dan tatanan massa bangunan pada bangunan tepi air dan desain *canyon* 1 juga disebabkan adanya persimpangan. Verdoulakis (2003) mengatakan adanya persimpangan dapat menghasilkan pusaran sehingga menurunkan kecepatan aliran udara. Berikut Gambar 4.11 menunjukkan perbedaan kecepatan aliran udara pada setiap titik pengukuran desain *canyon*.



Gambar 4. 11 Grafik perbandingan kecepatan aliran udara pada desain *canyon*

Dari penjelasan kondisi profil termal yang telah dipaparkan diatas, dapat disimpulkan bahwa perubahan yang terjadi pada desain geometri *canyon* bangunan didalam kondisi meningkatnya jumlah lantai bangunan memberikan perubahan yang besar terhadap distribusi kecepatan aliran udara sehingga berdampak pada kondisi temperatur dan kelembaban udara.

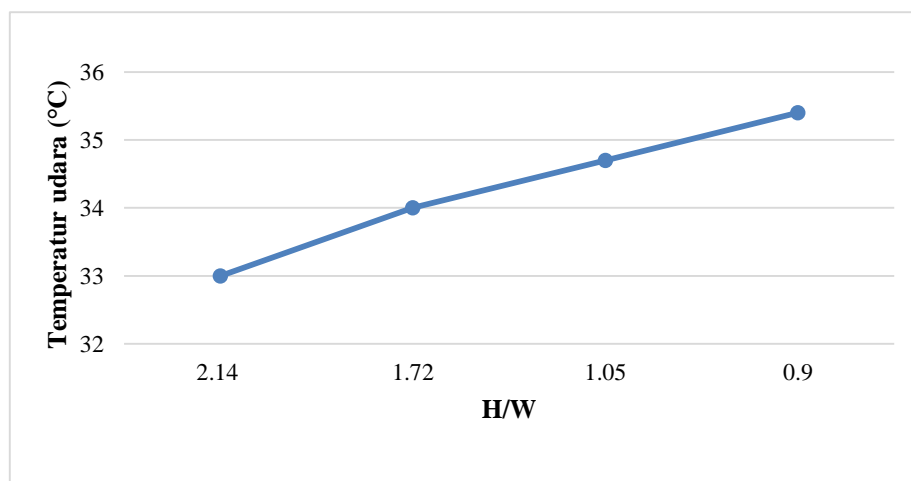
Khususnya didalam penelitian ini, konfigurasi kota yang dapat mempengaruhi kinerja lingkungan termal perkotaan pada desain *canyon* bangunan adalah sebagai berikut:

1. Ditinjau dari fungsi: bangunan tinggi pada umumnya diperuntukkan untuk bangunan ruko (rumah dan toko) dengan ketinggian bangunan 5 lantai (5-25 meter) dan bangunan rendah diperuntukkan bangunan hunian dan bangunan ibadah dengan ketinggian bangunan tidak lebih dari 1 lantai dengan ketinggian 3-5 meter.
2. Ditinjau dari aspek konfigurasi: nilai H/W maksimal bernilai 2.14 yaitu pada desain *canyon* 1, diikuti oleh desain *canyon* 2 yaitu 1.72, desain *canyon* 3 yaitu 1.05, dan desain *canyon* 4 yaitu 0.9. Untuk nilai L/W pada desain *canyon* 1 dengan radius pengukuran ± 104 m ($L/W=20.8$), desain *canyon* 2 dengan radius pengukuran ± 110 m ($L/W=22$), desain *canyon* 3 dengan radius pengukuran ± 78

m ($L/W=7.8$), dan desain *canyon* 4 dengan radius pengukuran ± 177 m ($L/W=17.7$). Bangunan rata-rata memiliki pola linier. Sebagian besar bangunan tertata berderet-berdempet dengan orientasi utara-selatan.

Berdasarkan hasil pengukuran dan pengamatan karakteristik empat tipe desain *canyon* pada lokasi penelitian yang telah dijelaskan diatas, maka dapat disimpulkan bahwa:

1. Aspek rasio H/W dan orientasi pada desain *canyon* memiliki peran terhadap seberapa besar kuantitas radiasi matahari yang diterima oleh desain *canyon* baik pada permukaan horizontal (permukaan jalan) maupun pada permukaan vertikal (permukaan bangunan). Toudert (2006) didalam penelitiannya bahwa periode waktu dan hari terkait tingkat radiasi serta kenyamanan tingkat jalan sangat bergantung pada aspek rasio H/W dan orientasi. Pada penelitian ini, H/W memiliki peran dominan dibandingkan orientasi. Hal tersebut dikarenakan orientasi utara-selatan yang dimiliki oleh desain *canyon* 1,2,3, dan 4 sudah memberikan keuntungan terkait arah edaran matahari sehingga dalam kondisi tersebut fokus lebih kepada H/W terkait kedalaman dari desain *canyon* bangunan. Seperti yang dikatakan Toudert (2006) bahwa perbedaan orientasi antara N-S dan W-E akan terkait dengan arah edaran matahari. Jalan yang memiliki orientasi W-E akan mengalami paparan sinar matahari langsung yang lebih lama dibandingkan jalan dengan orientasi N-S.



Gambar 4. 12 Perbandingan nilai H/W dan temperatur udara yang dihasilkan

Seperti yang terlihat pada Gambar 4.12 diatas bahwa seiring perubahan yang terjadi pada nilai H/W , temperatur udara juga akan mengalami perubahan. Nilai

H/W tinggi yang merupakan karakteristik dari tipe *deep canyon* akan memiliki temperatur udara yang rendah. Demikian sebaliknya H/W rendah yang merupakan karakteristik dari tipe *shallow canyon* menghasilkan temperatur udara yang tinggi (Gambar 4.12).

2. Pada kondisi kecepatan aliran udara, selain pengaruh bangunan penghalang tepi air, aspek rasio H/W juga menentukan seberapa besar distribusi dan kecepatan aliran udara pada desain *canyon*. H/W tinggi akan menghasilkan kecepatan aliran udara yang lebih tinggi dibandingkan desain *canyon* dengan H/W rendah yang dibedakan berdasarkan model aliran udara (okeil, 2010). Hal tersebut dapat dilihat pada perbandingan kecepatan aliran udara yang dihasilkan desain *canyon* 1 dan 2 sebesar 0.3 m/s dan 0.4 m/s berbanding 0.2 m/s pada kecepatan aliran udara desain *canyon* 3 dan 4.
3. Jalan pada Kota Selatpanjang yang membentang lurus dan sejajar satu sama lain seharusnya dapat menaikkan kecepatan aliran udara. Namun hal demikian tidak dapat dilihat pada kondisi terkini Kota Selatpanjang karena adanya bangunan penghalang tepi air yang memberikan penurunan signifikan pada kecepatan aliran udara sebesar 2.1-2.5 m/s. Seperti yang dikatakan Chan, dkk (2001) bahwa selain geometri dan orientasi, konfigurasi jalan bisa mempengaruhi aliran udara pada *urban canopy layer*. Jalan yang lurus dan sejajar satu sama lain akan menaikkan kecepatan aliran udara didalam desain *canyon* perkotaan.

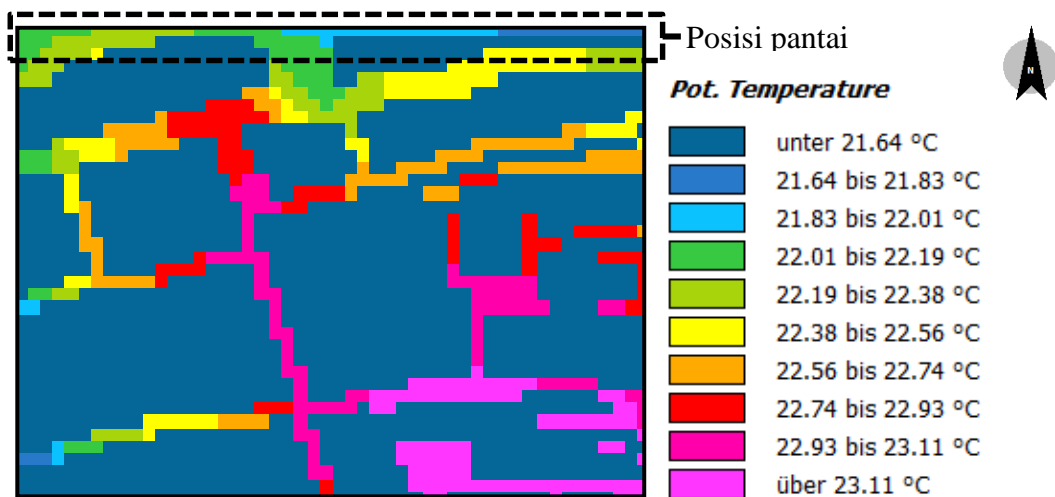
BAB V

PEMBAHASAN HASIL SIMULASI

5.1. Verifikasi Hasil Lapangan dan Hasil Simulasi

Verifikasi yang dilakukan pada hasil lapangan dan hasil simulasi bertujuan untuk mengetahui seberapa besar perbedaan hasil pengukuran lapangan dan hasil simulasi. Jika terpenuhi kriteria verifikasi, maka hasil ini akan digunakan untuk menganalisa kinerja lingkungan termal perkotaan di setiap tipe desain *canyon* dengan menggunakan data iklim makro Kota Selatpanjang.

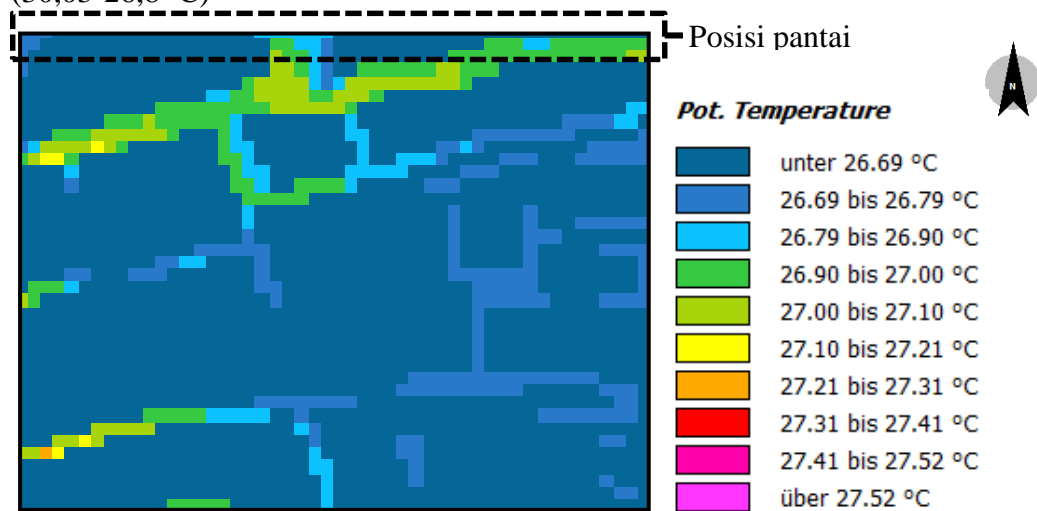
Secara tinjauan umum, tipe desain *canyon* yang diverifikasi memiliki pergerakan temperatur udara selama 16 jam (08.00-24.00). Secara angka dapat dilihat bahwa hasil pengukuran lapangan menunjukkan nilai yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan hasil simulasi. Hal demikian dikarenakan adanya penyederhanaan pada model simulasi dan data input yang dimasukkan berupa data iklim makro, sedangkan di lapangan, data yang didapatkan melalui pengukuran lapangan yaitu data mikro yang sudah terpengaruhi oleh kekasaran permukaan lingkungan perkotaan dan tingginya tingkat kepadatan bangunan yang terjadi di pusat Kota Selatpanjang.



Gambar 5. 1 Hasil simulasi profil temperatur pukul 08.00

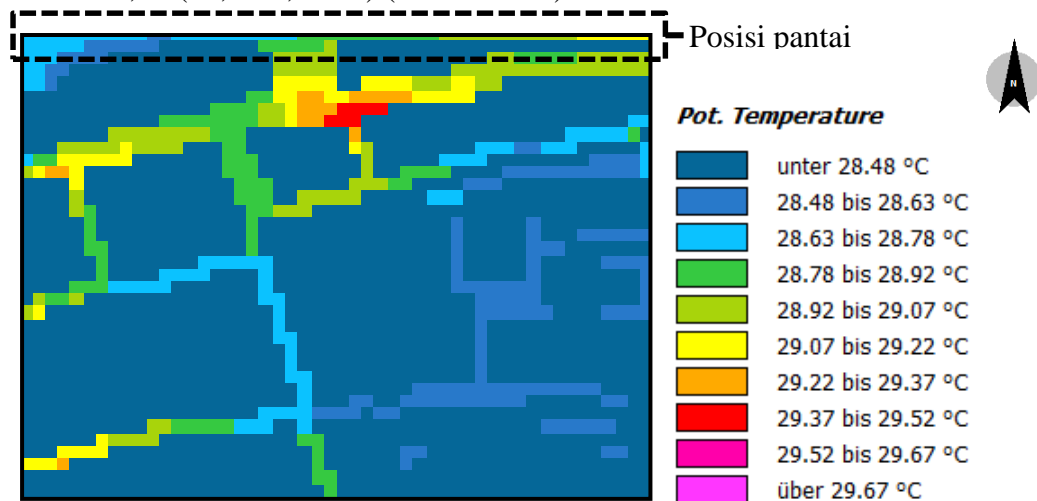
Beberapa data diambil sebagai pengujian, yaitu pukul 08.00, 10.00, 12.00 untuk mendapatkan seberapa besar perbedaan hasil pengukuran lapangan dan hasil

simulasi. Pada tipe desain *canyon* 1, hasil lapangan menunjukkan nilai temperatur lebih tinggi jika dibandingkan hasil simulasi. Perbedaan temperatur pada pukul 08.00 (Gambar 5.1) sebesar 27,8-23,1 °C (deviasi 2,32). Perbandingan hasil simulasi dan lapangan pada pukul 10.00 (Gambar 5.2) dengan deviasi sebesar 2.47 (30,03-26,8 °C)



Gambar 5. 2 Hasil simulasi profil temperatur pukul 10.00

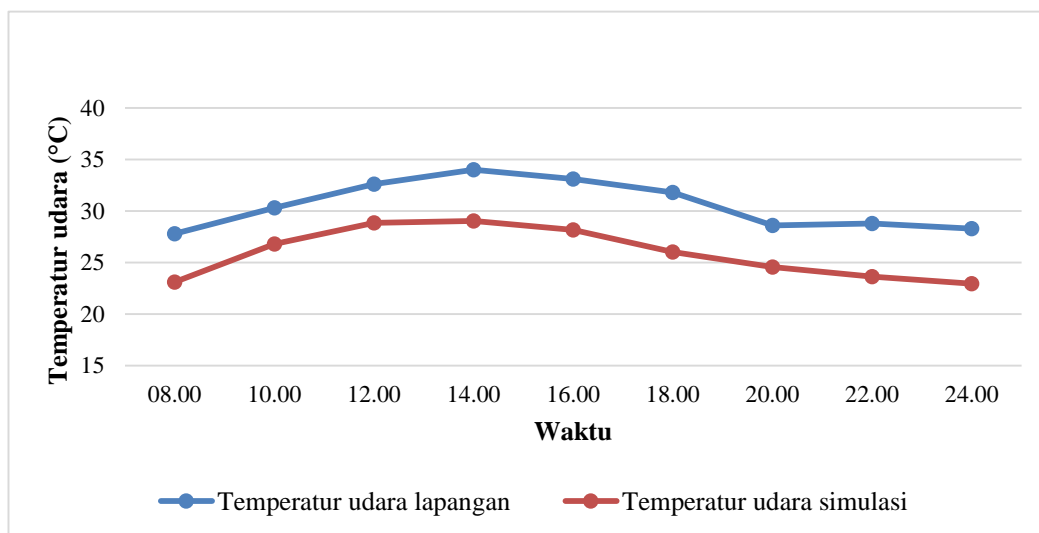
Untuk pukul 12.00 seperti yang terlihat pada Gambar 5.3 deviasi terjadi sebesar 2,66 (32,6-28,84 °C) (Gambar 5. 3).



Gambar 5. 3 Hasil simulasi profil temperatur pukul 12.00

Beberapa penelitian terdahulu, seperti Kakon (2012) menyatakan bahwa terjadinya perbedaan antara hasil simulasi dan hasil lapangan. Hasil simulasi *ENVI-met* menunjukkan hasil temperatur udara lebih rendah dibandingkan hasil pengukuran lapangan, rentang nilai perbedaan pada beberapa penelitian-penelitian

tersebut tidak mutlak, masih terdapat toleransi sebesar 2-4 °C (Kakon, 2012), sehingga nilai penyimpangan yang ada masih berada dalam batas kewajaran, sehingga simulasi software *ENVI-met* ini bisa digunakan selanjutnya. Berikut grafik perbandingan keseluruhan waktu pengukuran antara hasil pengukuran lapangan dan hasil simulasi.



Gambar 5. 4 Perbedaan temperatur udara hasil pengukuran lapangan dan hasil simulasi pada desain *canyon* 1

Keseluruhan nilai deviasi antara pengukuran lapangan dan simulasi menunjukkan perbedaan nilai 2-4 °C sehingga masih didalam toleransi. Berikut Tabel 5.1 memaparkan hasil deviasi seluruh waktu pengukuran desain *canyon* 1.

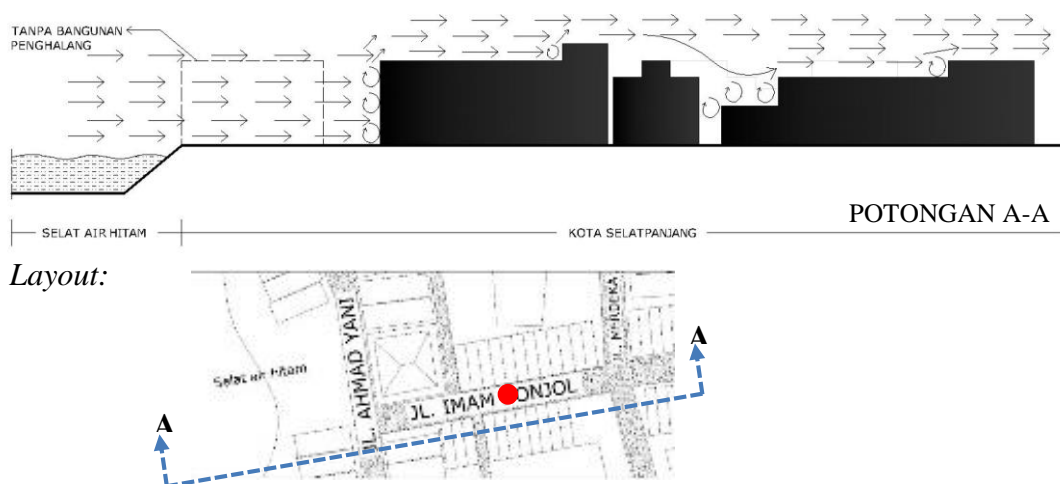
Tabel 5. 1 Hasil deviasi pada desain *canyon* 1

Waktu	Temperatur udara lapangan	Temperatur udara simulasi	Deviasi
08.00	27,8	23,1	3,32
10.00	30,3	26,8	2,47
12.00	32,6	28,84	2,66
14.00	34	29,04	3,51
16.00	33,1	28,17	3,49
18.00	31,8	26,04	3,89
20.00	28,6	24,56	2,86
22.00	28,8	23,64	3,65
24.00	28,3	22,94	3,79
Rata-rata			3.29

Berdasarkan perbandingan hasil analisa pengukuran lapangan dan simulasi pada kondisi iklim mikro dapat disimpulkan bahwa munculnya bangunan-bangunan baru dengan ketinggian berbeda menghasilkan perubahan pada desain geometri *canyon* bangunan. Adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) menghasilkan pengaruh pada mitigasi panas (Oke dkk, 1981). Bangunan dengan ketinggian berbeda menahan radiasi gelombang panjang yang dipancarkan sehingga panas terjebak di dalam *canyon* perkotaan menyebabkan lingkungan Kota Selatpanjang menjadi lebih panas. Sementara itu, distribusi kecepatan aliran udara yang menjadi potensi utama perkotaan tepi air daerah pesisir mengalami penurunan kecepatan dikarenakan meningkatnya jumlah lantai bangunan pada bangunan tepi air yang dibangun tidak sesuai dengan peraturan-peraturan yang telah ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000). Adapun tujuan eksperimen ini untuk menjawab pertanyaan penelitian kedua yaitu bagaimana pengaruh desain geometri *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan. Berikut subbab yang akan menjelaskan hasil model eksperimen didalam mengevaluasi pengaruh desain geometri *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal perkotaan.

5.2. Tanpa Bangunan Penghalang (Skenario 1)

Desain *canyon* yang diteliti didalam kondisi tanpa bangunan penghalang berdasarkan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) yang menetapkan ketinggian bangunan maksimum 15 meter dengan orientasi bangunan menghadap tepi air. Skenario ini dimaksudkan untuk mengevaluasi kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* jika kondisi kecepatan aliran udara berada pada kecepatan maksimal karena tidak adanya bangunan penghalang yang merupakan bangunan yang berada di tepi air Kota Selatpanjang. Seperti yang dikatakan Rajagopalan (2014) bahwa bangunan tepi air memberikan penurunan pada distribusi kecepatan aliran udara sehingga mempengaruhi intensitas pulau panas perkotaan tepi air daerah pesisir. Pada skenario 1 ini terdapat 6 model eksperimen desain geometri *canyon* bangunan yang akan di evaluasi pengaruhnya terhadap kinerja lingkungan termal. Berikut Gambar 5. 5 memaparkan model desain *canyon* perkotaan melalui pendekatan skenario 1.



Gambar 5. 5 Model desain *canyon* perkotaan pada skenario 1 (tanpa bangunan penghalang tepi pantai)

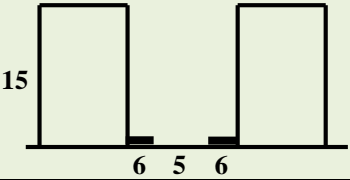
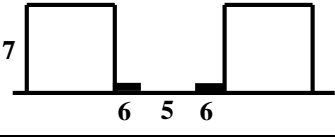
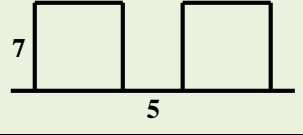
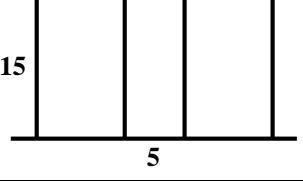
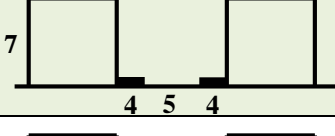
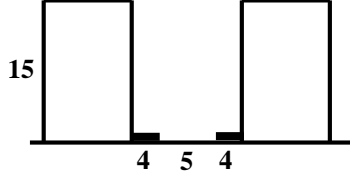
Kondisi tanpa penghalang memberikan ruang pada aliran udara untuk masuk ke dalam lorong jalan/desain *canyon* perkotaan dengan kecepatan maksimal. Kecepatan aliran udara pada kondisi *inlet*, sebelum masuk ke dalam *canyon* yaitu sebesar 4-5.2 m/s (Gambar 5. 6). Seperti yang terlihat pada Gambar 5.5 pola pergerakan aliran udara mengalami perlakuan berbeda dari bangunan yang dilewatinya yaitu udara tetap bergerak lurus masuk kedalam *canyon*, sebagian udara mengalami pembelokan (sebagian membentuk pusaran dengan kecepatan gerak menurun, sebagian lagi yang tidak membentuk pusaran meneruskan geraknya dengan arah lurus) (Latifa, 2015; Boutet, 1987). Seperti yang telah dijelaskan dimuka permukaan bumi yang dilalui aliran udara pada lokasi penelitian yaitu daerah terbuka dengan perdu pendek dan pepohonan jarang, kecepatan angin 100% dapat dicapai pada elevasi 300 meter sehingga pada ketinggian 1,5 meter kecepatan aliran udara akan mengalami perlambatan dari elemen lain selain bangunan, seperti kekasaran pada permukaan bumi (bukit, perdu pendek, aktivitas jalan, dll), kondisi panas permukaan bumi baik di darat maupun di laut, dll (Aynsley dkk, 1977).



Gambar 5. 6 Kondisi kecepatan aliran udara sebelum masuk ke dalam *canyon* pada skenario 1

Pada skenario 1 menghasilkan variasi nilai aspek rasio H/W sebagai akibat termodifikasinya tinggi bangunan (H) dan lebar koridor jalan (W) (Tabel 5. 2).

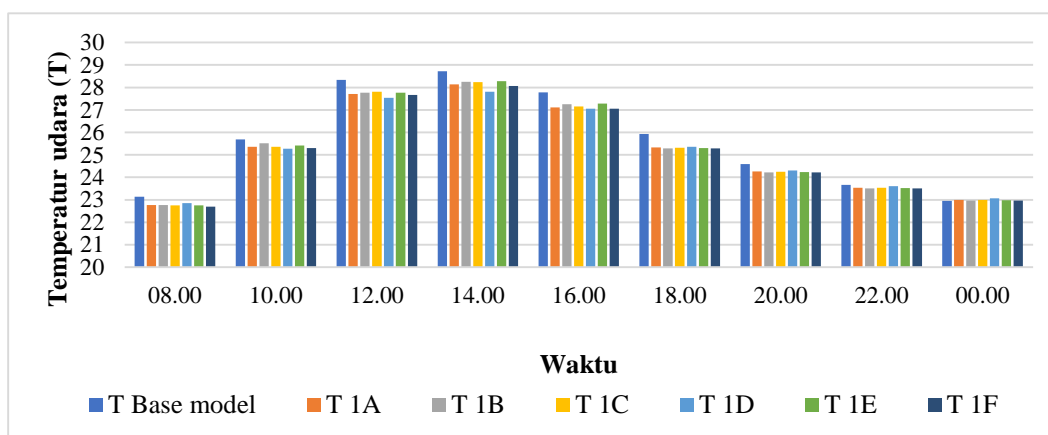
Tabel 5. 2 Enam model eksperimen pada skenario 1

Kode model	Perlakuan pada geometri desain <i>canyon</i> bangunan	Keterangan	H/W	L/W
Model 1 (1A)		GSB: 6 meter JLB: 4 lantai	0.78	6.11
Model 2 (1B)		GSB: 6 meter JLB: 2 lantai	0.38	
Model 3 (1C)		Tidak ada GSB JLB: 2 lantai	1.29	20.8
Model 4 (1D)		Tidak ada GSB JLB: 4 lantai	2.06	
Model 5 (1E)		GSB: 4 meter JLB: 2 lantai	0.49	8
Model 6 (1F)		GSB: 4 meter JLB: 4 lantai	1.02	
Base model		Tidak ada GSB JLB: 4 lantai	2.14	20.8

Modifikasi yang dilakukan pada kelima model menghasilkan desain *canyon* yang lebih dangkal (*shallow canyon*) dengan nilai H/W rendah jika dibandingkan *base model* (Tabel 5. 2). Berikut penjelasan lebih lanjut tentang kinerja lingkungan termal pada keenam model eksperimen yang dilihat pada ketinggian 1.5 meter.

5.2.1. Kinerja Lingkungan Termal Pada Desain Canyon Skenario 1

Tidak adanya bangunan penghalang sesuai dengan peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000) memberikan penurunan nilai temperatur udara pada kelima model eksperimen jika dibandingkan nilai yang ada pada *base model*. Nilai temperatur terendah jika dilihat pada waktu ekstrim (pukul 14.00 Wib) berada pada model 1D yaitu 27,81°C dengan nilai aspek rasio $H/W= 2.06$. Nilai temperatur tertinggi jika dilihat pada waktu ekstrim berada pada model 1E yaitu 28,28°C dengan $H/W= 0.49$. Pada Model 1A dan 1B merupakan model yang mengacu kepada peraturan pemerintah Kota Selatpanjang tentang tinggi bangunan dan GSB. Desain *canyon* ini memiliki nilai temperatur 28,13°C dan 28,25°C. 1A memiliki nilai $H/W=0.78$ dan 1B memiliki nilai $H/W= 0.38$. Berikut Gambar 5.7 memaparkan grafik perbandingan kondisi temperatur model eksperimen desain *canyon* dengan *base model*.



Gambar 5. 7 Perbandingan kondisi temperatur udara model eksperimen skenario 1 dan *base model*

Perbandingan temperatur udara hasil eksperimen seluruh model desain *canyon* tidak memiliki perbedaan yang signifikan, yaitu sebesar 0,25-0,47°C. Pada penelitian Bakarman, dkk (2015) dan Johansson (2006) menyatakan kondisi *deep canyon* lebih disukai dari pada *shallow canyon* karena memberikan efek pendinginan. Kondisi tersebut juga terjadi pada penelitian ini. *Deep canyon* ($H/W=2.06$) menghasilkan kondisi temperatur lebih rendah jika dibandingkan *shallow canyon* (model 1D). Hal tersebut dikarenakan pada model desain *canyon* tipe *shallow canyon* akan memiliki ruang terbuka lebih besar sehingga kondisi panas dari radiasi matahari akan langsung mengenai permukaan jalan dari

lingkungan *canyon*. Seperti yang dikatakan Krishan (2001) dan Bakarman, dkk (2015) bahwa tersedianya beberapa ruang terbuka yang tidak ternaungi atau terlindungi dapat menjadi panas dengan hebat pada siang hari dan menentukan jumlah radiasi panas yang diterima oleh jalan itu sendiri dan selanjutnya ke lantai bangunan yang paling bawah. Jika melihat Tabel 5.3 diatas, rasio H/W memiliki peran yang dominan terhadap perubahan temperatur udara (Toudert, 2005). Model dengan H/W tinggi (JLB 4) akan selalu memiliki nilai temperatur udara yang lebih rendah jika dibandingkan H/W rendah (JLB 2) yang merupakan tipe *shallow canyon* walaupun dengan selisih yang kecil (Tabel 5.3).

Tabel 5. 3 Perbandingan nilai temperatur udara pada seluruh model eksperimen skenario 1 dan *base model*

waktu	TEMPERATUR UDARA						
	Base model	1A	1B	1C	1D	1E	1F
08.00	23,13	22,77	22,76	22,75	22,85	22,75	22,7
10.00	25,68	25,36	25,52	25,36	25,28	25,42	25,3
12.00	28,34	27,71	27,76	27,81	27,54	27,77	27,66
14.00	28,72	28,13	28,25	28,23	27,81	28,28	28,06
16.00	27,78	27,11	27,25	27,16	27,05	27,28	27,05
18.00	25,93	25,33	25,29	25,31	25,36	25,3	25,29
20.00	24,59	24,26	24,22	24,25	24,31	24,23	24,22
22.00	23,67	23,54	23,5	23,54	23,61	23,52	23,5
00.00	22,95	23	22,96	23	23,07	22,98	22,96

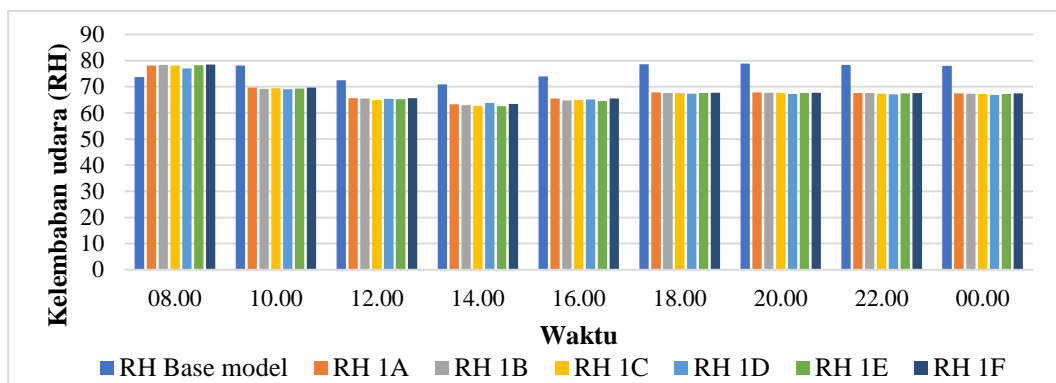
Sejalan dengan kondisi temperatur udara diatas, kelembaban udara dengan nilai tertinggi akan berada pada model eksperimen yang memiliki nilai temperatur udara terendah yaitu pada model 1D dengan nilai 63,77%. Keterkaitan antara kedua elemen iklim sangat kuat, untuk profil temperatur udara memiliki hubungan yang linier terhadap yaitu sama-sama dalam mengalami peningkatan dan penurunan nilainya. Berikut Tabel 5.4 memaparkan nilai kelembaban udara yang terjadi pada seluruh model eksperimen desain *canyon*.

Tabel 5. 4 Perbandingan nilai kelembaban udara pada seluruh model eksperimen skenario 1 dan *base model*

waktu	KELEMBABAN UDARA						
	Base model	1A	1B	1C	1D	1E	1F
08.00	73,74	78,12	78,41	78,1	76,97	78,25	78,45
10.00	78,06	69,68	69,13	69,4	69,11	69,35	69,68

12.00	72,51	65,61	65,5	64,95	65,33	65,31	65,61
14.00	70,9	63,36	62,9	62,68	63,77	62,63	63,42
16.00	73,91	65,53	64,73	64,92	65,13	64,53	65,48
18.00	78,61	67,83	67,65	67,6	67,39	67,57	67,74
20.00	78,9	67,82	67,7	67,58	67,28	67,61	67,75
22.00	78,37	67,64	67,54	67,37	67,05	67,44	67,59
00.00	77,95	67,49	67,39	67,18	66,84	67,28	67,44

Kelembaban udara pada skenario 1 tidak memiliki perbedaan yang besar jika dilihat pada Tabel 5.4 diatas. Perbedaan yang terjadi hanya sebesar 0,27-0,52%. Berikut Gambar 5.8 memaparkan grafik perbandingan seluruh model eksperimen desain *canyon*.



Gambar 5. 8 Perbandingan kondisi kelembaban udara model eksperimen skenario 1 dan *base model*

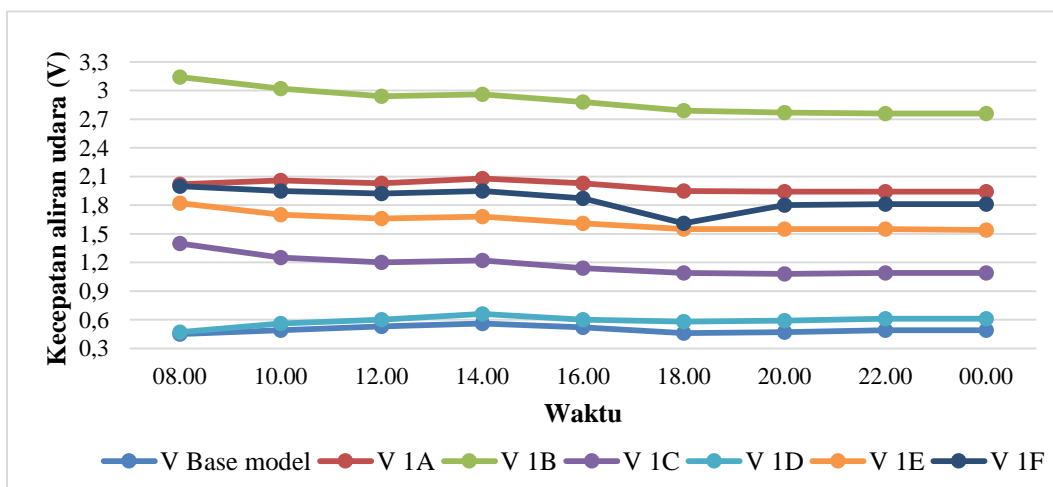
Elemen iklim berikutnya yaitu kecepatan aliran udara. seperti yang dijelaskan sebelumnya adanya penerapan peraturan Ditjen Cipta Karya (2000) pada skenario 1 memberikan ruang yang cukup untuk aliran udara masuk ke dalam desain *canyon* dengan kecepatan maksimal jika dibandingkan *base model* dan desain *canyon* pada skenario 2 dan 3 karena tidak adanya bangunan penghalang tepi air. Hal tersebut terlihat kenaikan pada nilai kecepatan aliran udara pada beberapa model desain *canyon* skenario 1, seperti yang ditunjukkan pada Tabel 5.5 berikut ini.

Tabel 5. 5 Perbandingan nilai kecepatan aliran udara pada seluruh model eksperimen skenario 1 dan *base model*

waktu	KECEPATAN ALIRAN UDARA						
	Base model	1A	1B	1C	1D	1E	1F
08.00	0,45	2,02	3,14	1,4	0,47	1,82	2
10.00	0,49	2,06	3,02	1,25	0,56	1,7	1,95
12.00	0,53	2,03	2,94	1,2	0,6	1,66	1,92

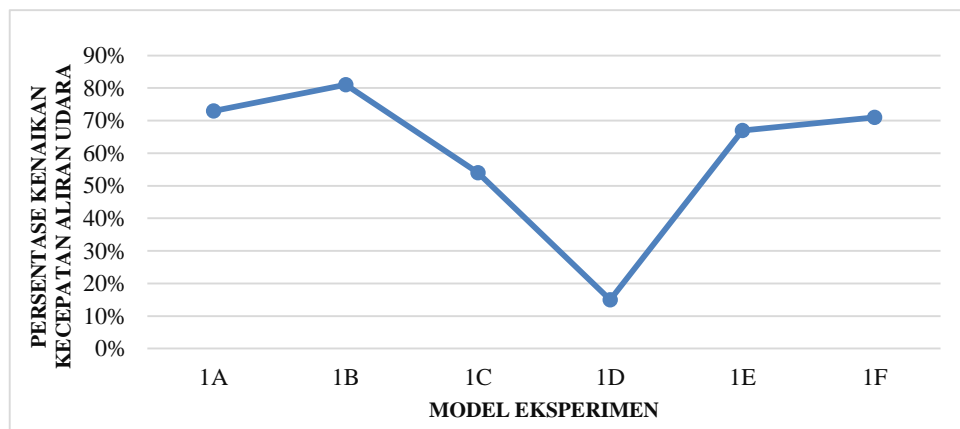
14.00	0,56	2,08	2,96	1,22	0,66	1,68	1,95
16.00	0,52	2,03	2,88	1,14	0,6	1,61	1,87
18.00	0,46	1,95	2,79	1,09	0,58	1,55	1,61
20.00	0,47	1,94	2,77	1,08	0,59	1,55	1,8
22.00	0,49	1,94	2,76	1,09	0,61	1,55	1,81
00.00	0,49	1,94	2,76	1,09	0,61	1,54	1,81

Perubahan yang tinggi pada kecepatan aliran udara terjadi pada model 1A dan 1B (H/W 0.78 dan 0.38) jika dilihat pada waktu ekstrim (terpanas) yaitu 2,08 m/s dan 2,96 m/s. Jika dibandingkan dengan *base model* kenaikan kecepatan aliran terjadi sebesar 1,52-2,4 m/s. Kecepatan aliran udara terendah terjadi pada model 1D yaitu 0,66 m/s. Desain *canyon* yang memiliki JLB 4 ($H=4$) akan memiliki kondisi kecepatan aliran udara yang lebih rendah jika dibandingkan desain *canyon* dengan JLB 2 ($H=2$). Hal tersebut dikarenakan adanya perpaduan desain rendahnya bangunan (H) dan lebarnya jalan (W) menjadi faktor utama naiknya kecepatan aliran udara pada JLB 2. Kondisi ini berbeda dari penelitian sebelumnya seperti Chan, dkk (2001) dan Al sallal, dkk (2012) yang mengatakan desain *canyon* yang sempit (H/W tinggi, $W=4$, $W<4$) menghasilkan kecepatan aliran udara yang tinggi. Terjadinya perbedaan demikian dikarenakan adanya perbedaan karakteristik lokasi, waktu, dan aspek yang diteliti. Adanya perubahan kecepatan aliran udara yang datang dari pantai sebagai akibat modifikasi yang dilakukan pada skenario 1 menghasilkan perbedaan jika dibandingkan dengan penelitian Chan, dkk (2001) dan Al sallal, dkk (2012).



Gambar 5. 9 Perbandingan kondisi kecepatan aliran udara model eksperimen skenario 1 dan *base model*

Persentase perubahan tertinggi terjadi pada model dengan H/W 0.38 yaitu model 1B. Persentase terendah terjadi pada model dengan H/W 2.06 yaitu model 1D. Jika dilihat secara pengelompokan berdasarkan nilai GSB, *shallow canyon* memiliki kenaikan kecepatan aliran udara yang lebih tinggi dibandingkan *deep canyon* namun memiliki temperatur udara yang tinggi karena banyak terpapar radiasi matahari. Berikut Gambar 5.10 memaparkan grafik persentase kenaikan kecepatan aliran udara dibandingkan dengan kondisi *base case*.



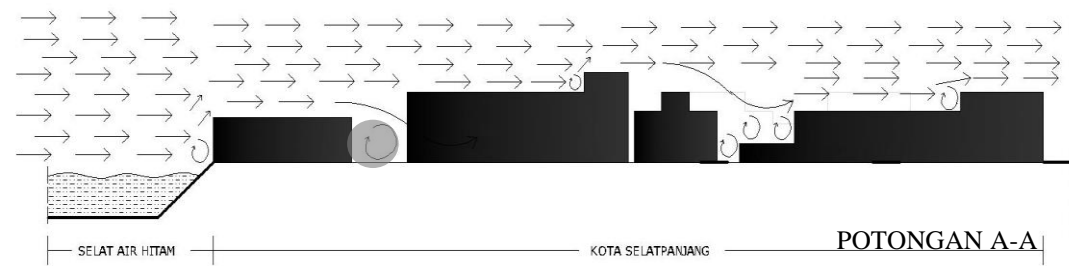
Gambar 5. 10 Persentase kenaikan kecepatan aliran udara pada model skenario 1

Adanya variasi perlakuan yang diberikan pada tinggi bangunan (H) dan lebar jalan (W) menghasilkan kinerja lingkungan termal desain *canyon* bangunan yang berbeda-beda. Hal tersebut sejalan dengan yang dikatakan Oke (1981) bahwa adanya perbandingan tinggi bangunan (H) berbanding lebar jalan (W) menghasilkan pengaruh pada kinerja lingkungan termal. *Deep canyon* menghasilkan nilai temperatur udara dan kecepatan aliran udara yang rendah. Sebaliknya pada *shallow canyon* menghasilkan temperatur udara yang tinggi karena banyaknya area yang terpapar oleh radiasi matahari namun memiliki kecepatan aliran udara yang tinggi. *Shallow canyon* yang memiliki (W) yang lebar menghasilkan kecepatan aliran udara paling tinggi yaitu pada model 1B dan 1A dengan kecepatan aliran udara sebesar 2.96 m/s dan 2.08 m/s. Hal tersebut sama dengan penelitian Cha, dkk (2001) bahwa kecepatan udara yang tinggi disebabkan oleh desain *canyon* perkotaan yang lebih luas (W besar) namun tergantung kepada arah datang nya aliran udara. Kecepatan aliran udara yang meningkat karena tidak adanya bangunan penghalang, dari sisi pemanfaatan aliran udara, *shallow canyon* dengan W yang besar sangat baik

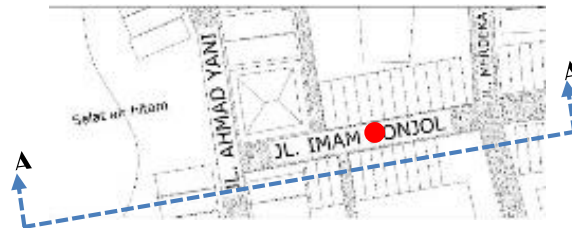
diterapkan untuk mengimbangi kondisi termal yang tinggi pada perkotaan daerah pesisir. Secara keseluruhan dari hasil eksperimen, kenaikan kecepatan aliran udara tidak menghasilkan perubahan signifikan pada kondisi temperatur udara baik pada *deep canyon* maupun *shallow canyon* yaitu sebesar 0.1-0.91 °C meskipun terjadi kenaikan aliran udara hingga 80% atau 2.4 m/s. Hal tersebut tidak sesuai dengan teori Erell (2011) yang mengatakan kecepatan angin 1-1,5 m/s menciptakan pendinginan yang setara dengan penurunan suhu 2 °C. Hal tersebut dikarenakan kondisi kawasan penelitian yang merupakan kawasan pesisir dengan sumber panas tidak hanya datang dari bangunan dan aktivitas antropogenik yang ada didalam lingkungan desain *canyon* saja, namun juga dari aktivitas yang ada di laut yang dibawa oleh aliran udara. Pada kondisi kelembaban udara, *deep canyon* dan *shallow canyon* mengalami penurunan 8-10% jika dibandingkan kondisi *base model*. hal tersebut dikarenakan tidak adanya bangunan penghalang menghasilkan pertukaran udara yang lebih baik jika dibandingkan *base model*.

5.3. Bangunan Penghalang Dua Lantai (Skenario 2)

Nilai H/W dan L/W pada skenario 2 masih menggunakan nilai yang sama dengan skenario 1, hanya saja pada skenario 2 memodifikasi ketinggian bangunan penghalang menjadi 2 lantai. Hal tersebut untuk melihat bagaimana kinerja termal khususnya kecepatan aliran udara pada desain *canyon* jika diberikan penghalang dengan ketinggian 2 lantai (7 meter) pada jalur masuknya aliran udara (*Inlet*). Seperti yang dikatakan Aynsley (1977) dan Boutet (1987) yang menjelaskan pergerakan udara di lingkungan luar dipengaruhi oleh keberadaan penghalang seperti bangunan dan vegetasi yang terbentuk karena adanya kombinasi bentuk, ketinggian dan jarak pada karakter tapak tertentu. Berdasarkan teori tersebut, keberadaan penghalang pada karakteristik lokasi penelitian akan mempengaruhi pergerakan udara di sekeliling bangunan, sehingga akan mempengaruhi pembentukan iklim mikro pada desain *canyon*. Berikut Gambar 5. 11 memaparkan model desain *canyon* perkotaan melalui pendekatan skenario 2.

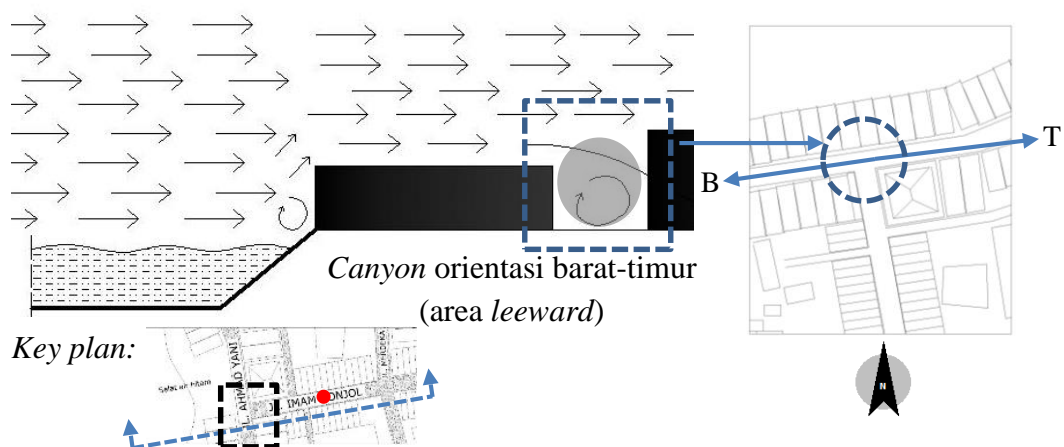


Layout:



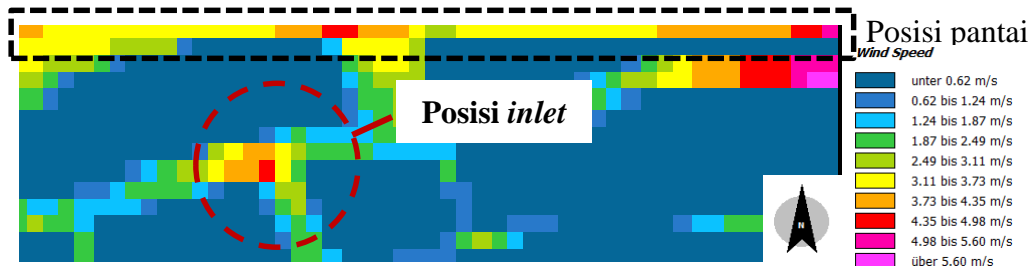
Gambar 5. 11 Model desain *canyon* perkotaan pada skenario 2 (bangunan penghalang dua lantai tepi pantai)

Pada model desain *canyon* perkotaan skenario 2 seperti yang terlihat pada gambar diatas, kondisi tepi air yang terdapat bangunan penghalang 2 lantai pada dasarnya memiliki perlakuan yang sama pada aliran udara yaitu sama-sama terjadinya pembelokan arah aliran udara dan membentuk pusaran sehingga kecepatan aliran udara akan mengalami penurunan sebelum masuk ke dalam lingkungan desain *canyon* (Latifa, 2015; Boutet, 1987). Pada skenario 2 terjadi perubahan kecepatan aliran udara sebanyak 2 kali yang diakibatkan oleh keberadaan bangunan penghalang dan menciptakan area bayangan angin (*leeward*) sebelum masuk ke dalam *canyon*. Adanya bangunan penghalang yang diterapkan pada model eksperimen telah menciptakan *canyon* yang berorientasi barat-timur.



Gambar 5. 12 Bangunan penghalang menciptakan desain *canyon* orientasi barat timur dan merupakan area *leeward*

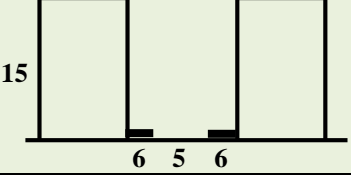
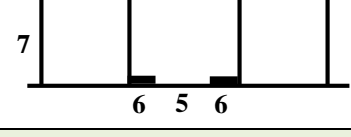
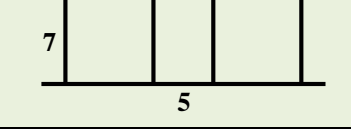

Bangunan penghalang 2 lantai tepi pantai tidak memberikan ruang pada aliran udara untuk bisa masuk ke dalam koridor jalan dengan kecepatan maksimal. Hal tersebut berbeda dengan yang terjadi pada skenario 1 dimana aliran udara masuk dengan kecepatan maksimal kedalam desain *canyon*. Kecepatan aliran udara pada kondisi *inlet* sebelum masuk ke dalam *canyon* yaitu sebesar 2,49-3,73 m/s

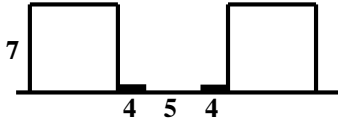
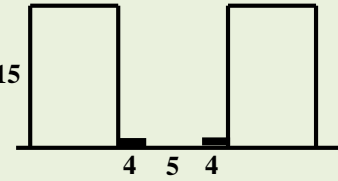


Gambar 5. 13 Kondisi kecepatan aliran udara sebelum masuk ke dalam *canyon* pada skenario 2

Skenario kedua menggunakan bangunan penghalang namun *JLB* diturunkan dari kondisi awal yaitu 4 lantai menjadi 2 lantai. Untuk model eksperimen desain *canyon* memiliki perlakuan yang sama dengan skenario 1 yaitu ada 6 model eksperimen seperti yang ditunjukkan Tabel 5. 6 berikut.

Tabel 5. 6. Enam model eksperimen pada skenario 2

Kode model	Perlakuan pada geometri desain <i>canyon</i> bangunan	Keterangan	H/W	L/W
Model 1 (1A)		GSB: 6 meter JLB: 4 lantai	0.78	6.11
Model 2 (1B)		GSB: 6 meter JLB: 2 lantai	0.38	
Model 3 (1C)		Tidak ada GSB JLB: 2 lantai	1.29	20.8
Model 4 (1D)		Tidak ada GSB JLB: 4 lantai	2.06	

Model 5 (1E)		GSB: 4 meter JLB: 2 lantai	0.49	8
Model 6 (1F)		GSB: 4 meter JLB: 4 lantai	1.02	
Base model		Tidak ada GSB JLB: 4 lantai	2.14	20.8

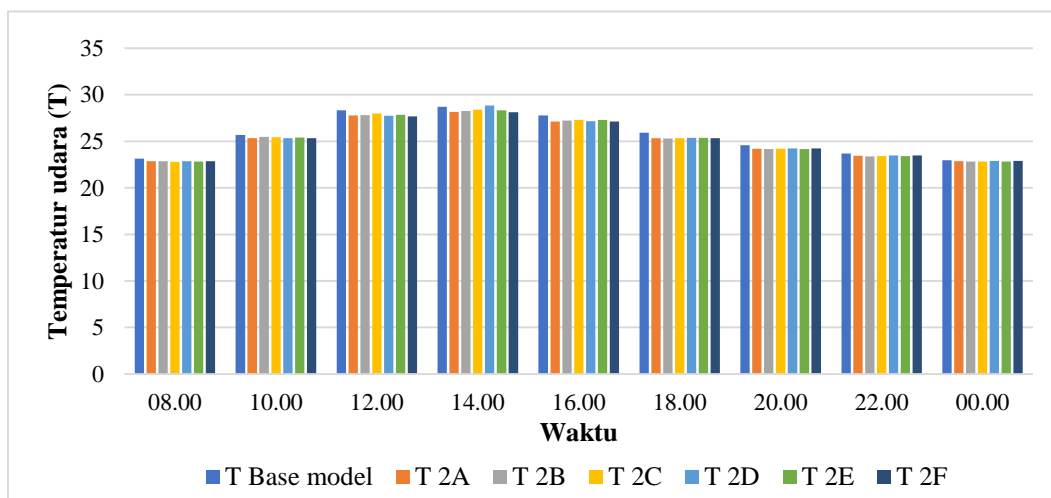
5.3.1. Kinerja Lingkungan Termal pada Desain *Canyon* Skenario 2

Adanya bangunan penghalang menyebabkan terjadinya perubahan temperatur udara sebesar 0.18-1.04 °C jika dibandingkan dengan desain *canyon* skenario 1 (1D). 2D menjadi model desain *canyon* yang memiliki nilai temperature udara tertinggi jika dilihat pada kondisi ekstrim yaitu 28,85 °C. Hal tersebut lebih tinggi dari kondisi *base model* yaitu 28,72 °C. Hal tersebut terjadi karena perlakuan ketinggian bangunan (H) dan lebar jalan (W) yang diberi pada model 2D sama dengan kondisi yang ada pada *base model*, yang membedakan hanya pada ketinggian bangunan penghalang. Kondisi temperatur udara paling rendah terjadi pada model 2F dengan nilai 28,11. Berikut Tabel 5.7 memaparkan kondisi temperatur udara pada seluruh model eksperimen.

Tabel 5. 7 Perbandingan nilai temperatur udara pada seluruh model eksperimen skenario 2 dan *base model*

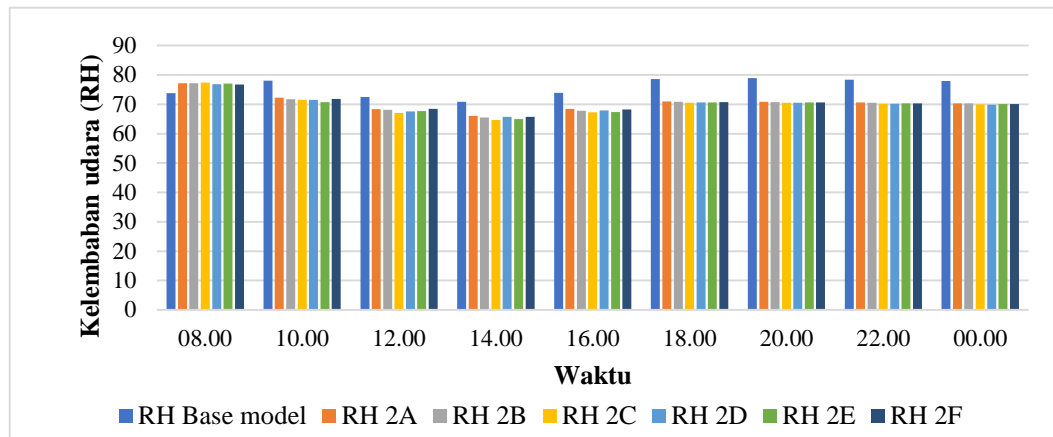
waktu	TEMPERATUR UDARA						
	Base model	2A	2B	2C	2D	2E	2F
08.00	23,13	22,85	22,85	22,78	22,86	22,83	22,87
10.00	25,68	25,35	25,48	25,44	25,34	25,41	25,34
12.00	28,34	27,76	27,81	27,97	27,73	27,85	27,66
14.00	28,72	28,15	28,25	28,41	28,85	28,33	28,11
16.00	27,78	27,12	27,24	27,3	27,16	27,31	27,13
18.00	25,93	25,32	25,29	25,32	25,36	25,36	25,35
20.00	24,59	24,2	24,15	24,19	24,24	24,18	24,23
22.00	23,67	23,43	23,39	23,42	23,48	23,42	23,47
00.00	22,95	22,85	22,81	22,84	22,9	22,84	22,89

Pengurangan *JLB* pada model perkotaan skenario 2 tidak memberikan perubahan yang signifikan pada kondisi temperatur udara pada 6 model eksperimen desain *canyon*. Hal tersebut memperlihatkan bahwa kondisi perkotaan pada lingkungan berkepadatan tinggi daerah pesisir khususnya Kota Selatpanjang memiliki kondisi temperatur udara yang tinggi dengan sumber panas yang tidak hanya datang dari bangunan dan aktivitas antropogenik yang ada di lingkungan perkotaan namun juga datang dari aktivitas yang ada di laut seperti aktivitas lalu lintas kapal laut, aktivitas pelabuhan barang dan penumpang, dll. Kondisi panas yang ada di laut tersebut dibawa oleh aliran udara menuju daratan yang memiliki suhu yang lebih rendah, sehingga daratan akan menjadi lebih panas khususnya daratan yang berada dekat dari tepi air. Meskipun kecepatan aliran udara dikategorikan lebih tinggi jika dibandingkan dengan daratan lainnya namun hal demikian tidak banyak membantu didalam mempengaruhi kinerja lingkungan termal desain *canyon* perkotaan.



Gambar 5. 14 Perbandingan kondisi temperatur udara model eksperimen skenario 2 dan *base model*

Sama hal nya dengan skenario 1, kondisi kelembaban udara dengan nilai tertinggi akan berada pada model eksperimen yang memiliki nilai temperatur udara terendah yaitu pada model 2F dengan nilai 65,77%. Hal tersebut lebih tinggi 2% dari kondisi kelembaban udara tertinggi yang ada pada desain *canyon* skenario 1. Berikut Gambar 5.15 memaparkan lebih lanjut perbandingan mengenai kondisi kelembaban udara pada model eksperimen dan *base model*.



Gambar 5. 15 Perbandingan kondisi kelembaban udara model eksperimen skenario 2 dan *base model*

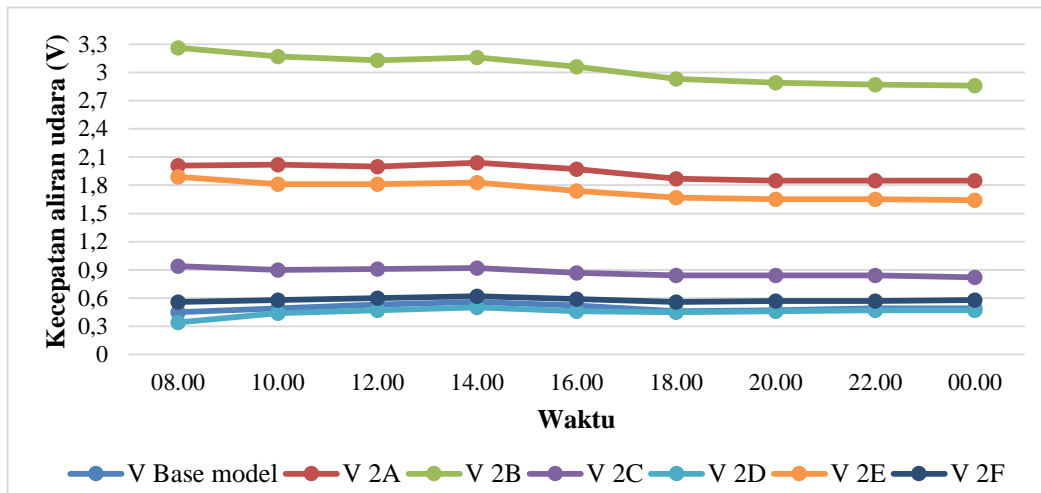
Kondisi kelembaban udara terendah jika dilihat pada waktu ekstrim terjadi pada model 2C yaitu 64,66% dengan nilai H/W 1.29. Keseluruhan nilai kelembaban udara yang terjadi pada skenario 1 dan 2 berkisar 62-66,02%. Pada skenario 2 kelembaban udara lebih meningkat jika dibandingkan kondisi kelembaban udara yang ada pada skenario 1. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya pertukaran udara pada lingkungan desain *canyon* dikarenakan rendahnya distribusi kecepatan aliran udara. Berikut Tabel perbandingan kondisi kelembaban udara pada model eksperimen dan *base model*.

Tabel 5. 8 Perbandingan nilai kelembaban udara pada seluruh model eksperimen skenario 2 dan *base model*

waktu	KELEMBABAN UDARA						
	Base model	2A	2B	2C	2D	2E	2F
08.00	73,74	77,16	77,13	77,36	76,79	77,09	76,78
10.00	78,06	72,23	71,77	71,48	71,54	70,69	71,88
12.00	72,51	68,32	68,16	67,01	67,62	67,71	68,41
14.00	70,9	66,02	65,55	64,66	65,72	65	65,77
16.00	73,91	68,49	67,77	67,27	67,86	67,35	68,18
18.00	78,61	71,01	70,81	70,54	70,63	70,63	70,76
20.00	78,9	70,88	70,76	70,49	70,48	70,58	70,61
22.00	78,37	70,58	70,5	70,22	70,16	70,33	70,31
00.00	77,95	70,35	70,29	70,01	69,92	70,12	70,06

Model desain *canyon* dengan karakteristik jumlah lantai bangunan 4 (JLB 4) memiliki nilai kecepatan aliran udara yang rendah. Hal tersebut dapat dilihat pada model 2C, 2D, dan 2F. Semua model tersebut hanya memiliki kecepatan aliran

udara 0,34-0,94 m/s. Hanya terpaut 0,1-0,5 m/s jika dibandingkan kecepatan aliran udara yang ada pada kondisi *base model*.



Gambar 5. 16 Perbandingan kondisi kecepatan aliran udara pada model eksperimen skenario 2 dan *base model*

Seperti halnya pada skenario 1, Persentase perubahan tertinggi masih terjadi pada model B dengan nilai H/W terendah (*shallow canyon*). Begitu juga dengan persentase perubahan terendah terjadi pada model D dengan nilai H/W tinggi (*deep canyon*). Berikut Gambar 5.17 memaparkan grafik persentase kenaikan kecepatan aliran udara dibandingkan dengan kondisi *base case*.



Gambar 5. 17 Persentase kenaikan kecepatan aliran udara pada model skenario 2

Model yang memiliki kondisi kecepatan aliran udara terendah (pukul 14.00) berada pada desain *canyon* dengan tipe *deep canyon* (H/W tinggi) yaitu pada model 2D yaitu 0.5 m/s. Sedangkan kecepatan aliran udara tertinggi terjadi pada model

dengan $H/W0.38$ yaitu 1B (3,16 m/s). Berikut Tabel 5. 9 memaparkan perbandingan kecepatan aliran udara pada model eksperimen desain *canyon* dan *base model*

Tabel 5. 9 Perbandingan nilai kecepatan aliran udara pada seluruh model eksperimen skenario 2 dan *base model*

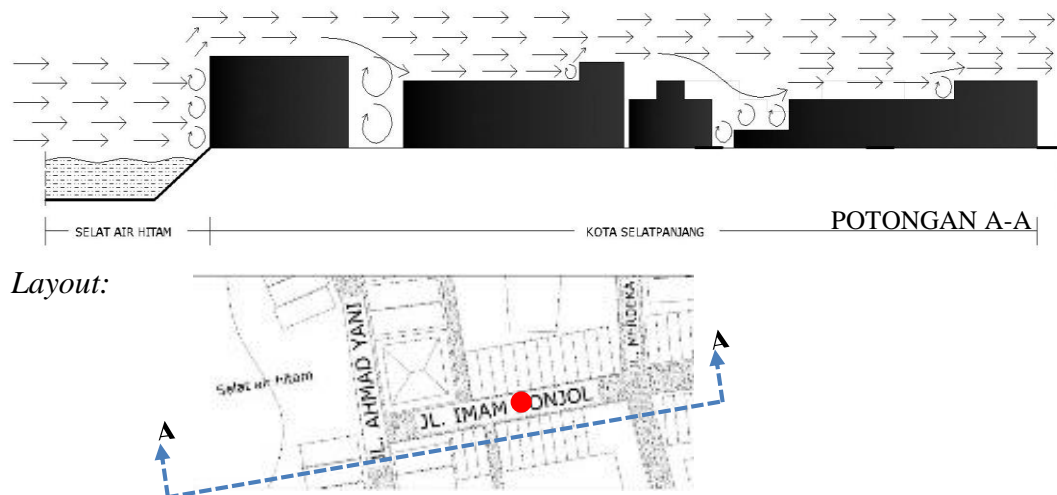
waktu	KECEPATAN ALIRAN UDARA						
	Base model	2A	2B	2C	2D	2E	2F
08.00	0,45	2,01	3,26	0,94	0,34	1,89	0,56
10.00	0,49	2,02	3,17	0,9	0,44	1,81	0,58
12.00	0,53	2	3,13	0,91	0,47	1,81	0,6
14.00	0,56	2,04	3,16	0,92	0,5	1,83	0,62
16.00	0,52	1,97	3,06	0,87	0,46	1,74	0,59
18.00	0,46	1,87	2,93	0,84	0,45	1,67	0,56
20.00	0,47	1,85	2,89	0,84	0,46	1,65	0,57
22.00	0,49	1,85	2,87	0,84	0,47	1,65	0,57
00.00	0,49	1,85	2,86	0,82	0,47	1,64	0,58

Diterapkan bangunan penghalang dengan ketinggian 2 lantai, Kondisi yang terjadi pada skenario 2 sama dengan yang terjadi pada kondisi skenario 1. H/W rendah menghasilkan kecepatan aliran udara yang tinggi. Peningkatan aliran udara akan semakin meningkat jika W memiliki desain yang lebar. Desain *canyon* yang memberi pendinginan merupakan model dengan W yang lebar dan memiliki ketinggian 15 meter yaitu model 1A yang menghasilkan nilai temperatur udara sebesar 28.15 °C dan kecepatan aliran udara sebesar 2.04. Pada keterkaitan antara bangunan penghalang dan desain *canyon*, ketinggian bangunan yang sama antara bangunan penghalang dan desain *canyon* menghasilkan kecepatan aliran udara yang tinggi didalam desain *canyon*, hal tersebut dapat dilihat pada model 1E dan 1B dengan kecepatan aliran udara 1.83 m/s dan 3.16 m/s.

5.4. Bangunan Penghalang Empat Lantai (Skenario 3)

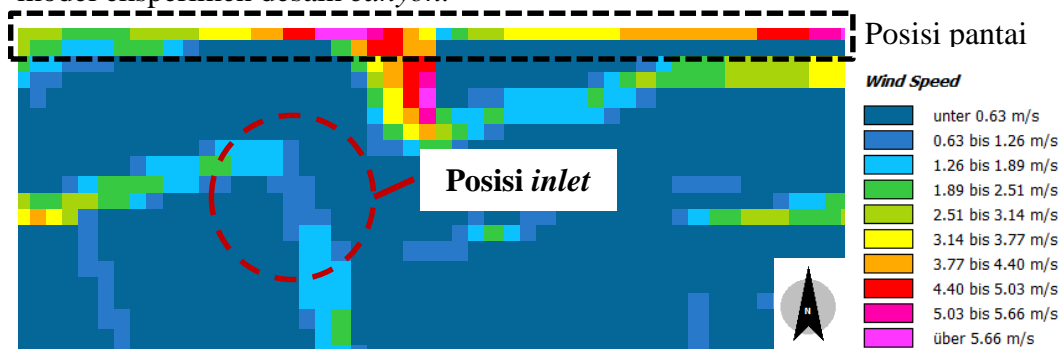
Skenario 3 ini sama dengan skenario 2 yaitu sama-sama menerapkan bangunan penghalang. Namun pada skenario 3 bangunan penghalang dibuat lebih tinggi dibandingkan skenario 2 yaitu JLB 4 (15 meter). Hal tersebut untuk menguji kinerja lingkungan termal pada desain *canyon* didalam kondisi dipengaruhi bangunan penghalang yaitu bangunan yang berada di tepi air. Kondisi bangunan penghalang sama tinggi dengan tinggi bangunan pada desain *canyon*. Seperti yang

dapat dilihat pada Gambar 5.18. Model desain *canyon* bangunan skenario 3 sama dengan model pada skenario 2 yaitu terjadinya perubahan kecepatan aliran udara sebanyak 2 kali karena terdapatnya 2 bangunan tinggi sebagai penghalang dan menciptakan bayangan angin (*leeward*) pada *canyon* yang beorientasi barat-timur.



Gambar 5. 18 Model desain *canyon* perkotaan pada skenario 3 (bangunan penghalang empat lantai tepi pantai)

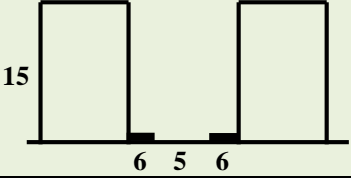
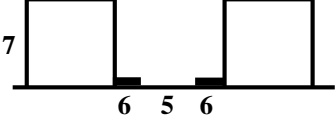
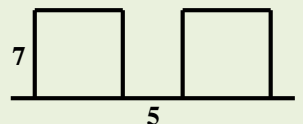
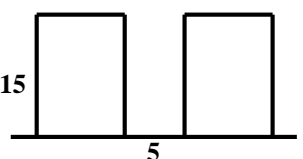
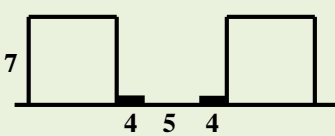
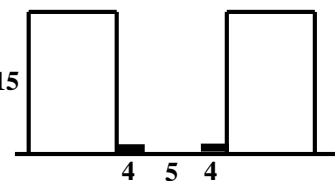
Jika dilihat kecepatan aliran udara pada Gambar 5.18 terjadi perbedaan yang signifikan jika dibandingkan dengan nilai kecepatan aliran udara pada skenario 1 dan 2. Kecepatan aliran udara yang terjadi pada skenario 3 pada saat sebelum masuk kedalam *canyon* yaitu 0,63-1,89 m/s. Kecepatan tersebut turun sebesar 1,5-2 m/s jika dibandingkan dengan skenario 2 dan turun sebesar 3-3,5 m/s jika dibandingkan dengan skenario 1. Keberadaan bangunan penghalang merupakan faktor utama yang memberikan penurunan distribusi kecepatan aliran udara pada desain *canyon* bangunan. Berikut Gambar 5.19 memaparkan kondisi kecepatan aliran udara pada model eksperimen desain *canyon*.



Gambar 5. 19 Kondisi kecepatan aliran udara sebelum masuk ke dalam *canyon* pada skenario 3

Untuk model eksperimen desain *canyon* pada skenario 3 ini memiliki perlakuan yang sama dengan skenario 1 dan 2 yaitu ada 6 model eksperimen desain *canyon*. Berikut Tabel 5.10 memaparkan 6 model eksperimen desain *canyon* yang akan di terapkan pada model perkotaan skenario.

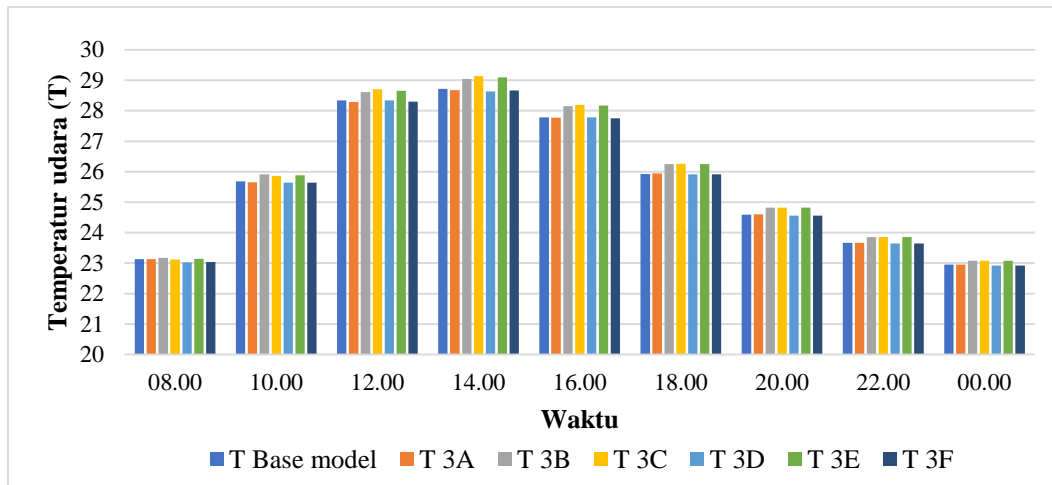
Tabel 5. 10 Enam model eksperimen pada skenario 3

Kode model	Perlakuan pada geometri desain <i>canyon</i> bangunan	Keterangan	H/W	L/W
Model 1 (1A)		GSB: 6 meter Jumlah lantai: 4 lantai	0.78	6.11
Model 2 (1B)		GSB: 6 meter Jumlah lantai: 2 lantai	0.38	
Model 3 (1C)		Tidak ada GSB Jumlah lantai: 2 lantai	1.29	20.8
Model 4 (1D)		Tidak ada GSB Jumlah lantai: 4 lantai	2.06	
Model 5 (1E)		GSB: 4 meter Jumlah lantai: 2 lantai	0.49	8
Model 6 (1F)		GSB: 4 meter Jumlah lantai: 4 lantai	1.02	
Base model		Tidak ada GSB Jumlah lantai: 4 lantai	2.14	20.8

5.4.1. Kinerja Lingkungan Termal pada Desain *Canyon* Skenario 3

Adanya penerapan ketinggian bangunan yang sama dengan kondisi *base model* yaitu JLB 4 menghasilkan kondisi temperatur udara yang hampir sama

dengan temperatur udara yang ada pada *base model* meskipun diberi perlakuan terhadap modifikasi nilai *H/W*. Bahkan beberapa model ada yang memiliki nilai temperatur yang lebih tinggi dari kondisi *base model*. Berikut dipaparkan Gambar 5.20 tentang perbandingan kondisi temperatur udara pada model eksperimen skenario 3 dan *base model*.



Gambar 5. 20 Perbandingan kondisi temperatur udara model eksperimen skenario 3 dan *base model*

Kondisi temperatur udara paling rendah terjadi pada model 3D yaitu 28,63 °C dengan *H/W* 2.06. Pada model 3D ini karakteristik desain *canyon* hampir sama dengan karakteristik yang ada pada *base model*, hanya saja kondisi JLB tidak memiliki variasi ketinggian seperti yang ada pada kondisi *base model*. Sehingga nilai yang muncul pada model 3D hanya memiliki selisih 0,09 °C dengan kondisi *base model*. Kondisi tertinggi terjadi pada model 3C yaitu 29,14 °C dengan nilai *H/W* 1.29. Nilai yang ada pada model 3C lebih tinggi 0,42 °C jika dibandingkan kondisi pada *base model*. Jika dilihat pada Tabel 5.11, model eksperimen yang memiliki nilai *H/W* rendah akan memiliki nilai temperatur yang lebih tinggi dari model eksperimen yang memiliki *H/W* tinggi, hal tersebut terjadi pada seluruh model eksperimen pada skenario 3. Hal tersebut dikarenakan model-model dengan nilai *H/W* rendah yang dikategorikan tipe *shallow canyon* memberikan ruang yang lebih besar terhadap panas radiasi matahari seperti yang telah dijelaskan oleh Krishan (2001) dan Bakarman, dkk (2015). Berikut lebih jelas dapat dilihat pada Tabel 5.11 tentang perbandingan nilai temperatur udara pada model eksperimen dan *base model*.

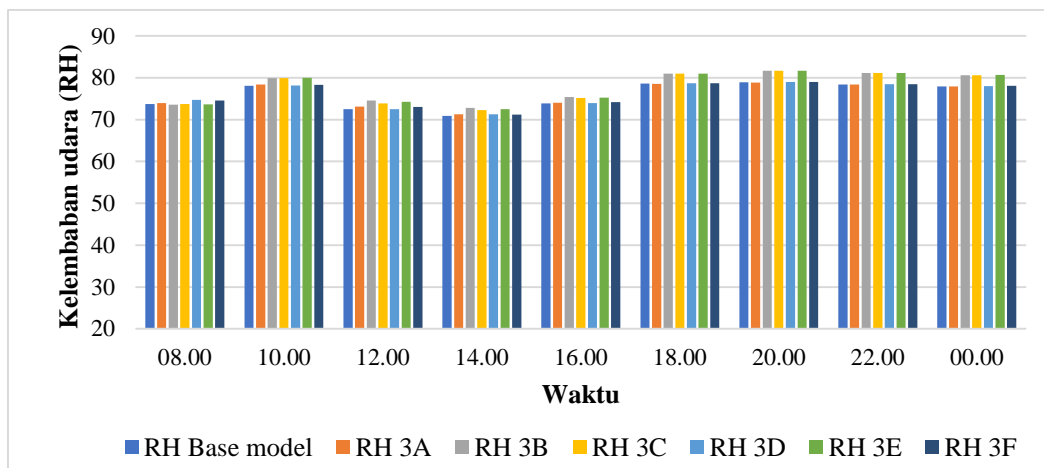
Tabel 5. 11 Perbandingan nilai temperatur udara pada seluruh model eksperimen skenario 3 dan *base model*

waktu	TEMPERATUR UDARA						
	Base model	3A	3B	3C	3D	3E	3F
08.00	23,13	23,13	23,17	23,12	23,03	23,14	23,04
10.00	25,68	25,65	25,91	25,86	25,64	25,88	25,64
12.00	28,34	28,29	28,61	28,71	28,34	28,66	28,3
14.00	28,72	28,68	29,05	29,14	28,63	29,1	28,67
16.00	27,78	27,77	28,15	28,19	27,78	28,17	27,75
18.00	25,93	25,95	26,25	26,26	25,91	26,25	25,91
20.00	24,59	24,6	24,82	24,82	24,56	24,82	24,56
22.00	23,67	23,67	23,85	23,85	23,64	23,85	23,64
00.00	22,95	22,95	23,08	23,08	22,92	23,08	22,92

Pada profil termal berikutnya yaitu kelembaban udara terjadi perubahan yang tinggi jika dibandingkan pada nilai kelembaban udara yang ada pada skenario 1 dan 2. Nilai kelembaban pada semua model eksperimen skenario 3 rata-rata memiliki angka diatas 70% jika dilihat pada kondisi paling ekstrim pukul 14.00. Kelembaban tertinggi terjadi pada model 3B dengan nilai 72,78%. Kondisi terendah terjadi pada model 3F dengan nilai 71,24%. Seperti yang telah dijelaskan sebelumnya, meningkatnya nilai kelembaban udara diakibatkan rendahnya kecepatan aliran udara karena adanya bangunan penghalang tepi air sehingga minimnya pertukaran udara didalam desain *canyon* bangunan.

Tabel 5. 12 Perbandingan nilai kelembaban udara pada seluruh model eksperimen skenario 3 dan *base model*

waktu	KELEMBABAN UDARA						
	Base model	3A	3B	3C	3D	3E	3F
08.00	73,74	73,94	73,59	73,72	74,73	73,65	74,54
10.00	78,06	78,38	79,94	79,94	78,2	80	78,34
12.00	72,51	73,11	74,58	73,92	72,49	74,29	73,03
14.00	70,9	71,3	72,78	72,25	71,25	72,51	71,24
16.00	73,91	74,06	75,44	75,18	73,94	75,29	74,16
18.00	78,61	78,58	80,97	80,96	78,7	80,99	78,73
20.00	78,9	78,88	81,65	81,65	78,98	81,67	79
22.00	78,37	78,37	81,12	81,12	78,45	81,14	78,48
00.00	77,95	77,96	80,65	80,64	78,02	80,67	78,07

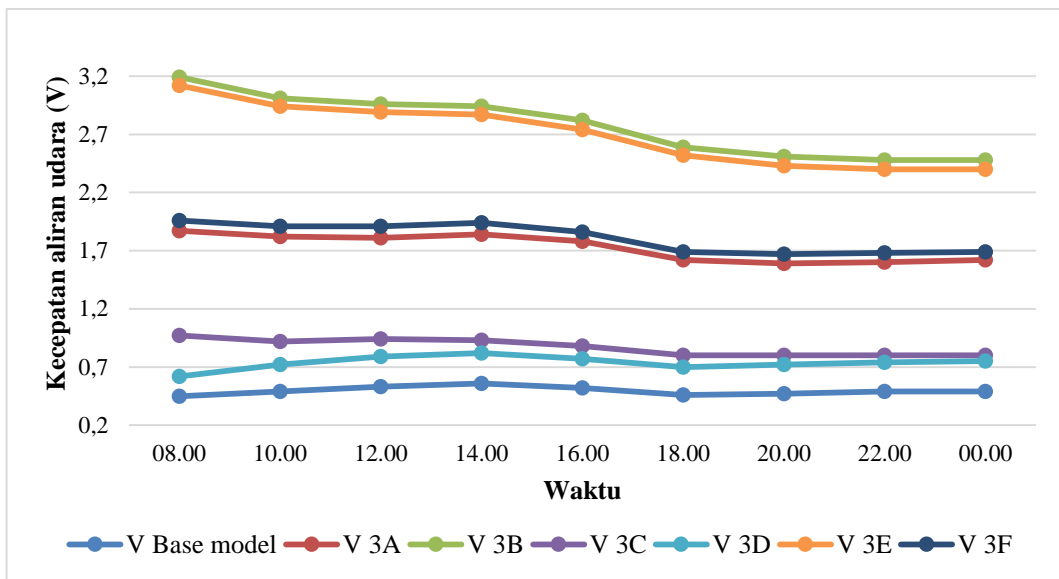


Gambar 5. 21 Perbandingan kondisi kelembaban udara model eksperimen skenario 3 dan *base model*

Kondisi kecepatan aliran udara pada model eksperimen skenario 3 juga mengalami penurunan jika dibandingkan kecepatan aliran udara pada skenario 1 dan 2. Model eksperimen dengan nilai H/W tinggi akan memiliki kondisi kecepatan aliran udara yang lebih rendah jika dibandingkan model eksperimen yang memiliki H/W rendah. Seperi yang dapat dilihat pada model 3A, model 3D, dan model 3F dengan nilai 1,84 m/s, 0,82 m/s, dan 1,94 m/s. Kondisi kecepatan aliran udara tertinggi terjadi pada model 3B dengan H/W rendah yaitu 0,38. Kondisi terendah terjadi pada model 3D dengan nilai H/W tinggi yaitu 2,06. Untuk lebih jelasnya dapat dilihat pada Tabel 5.13 dan Gambar 5.20 tentang perbandingan nilai kecepatan aliran udara pada model eksperimen skenario 3 dan *base model*.

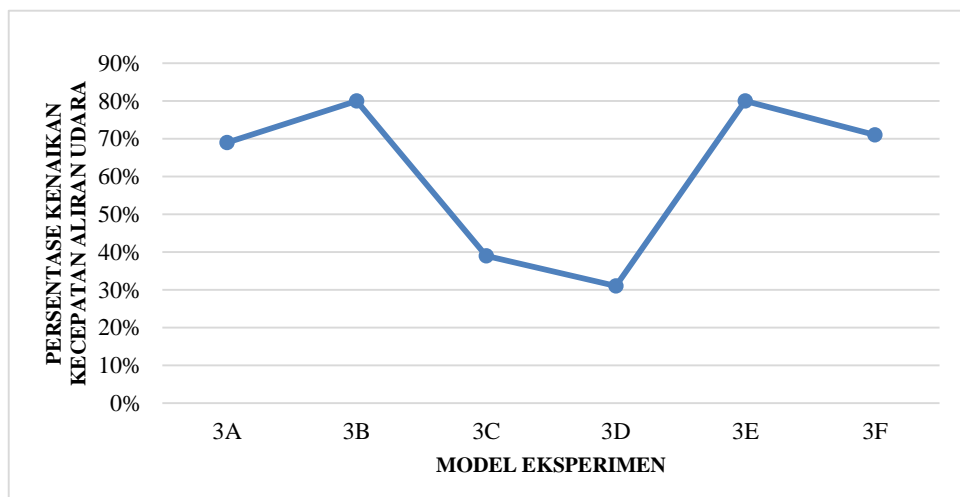
Tabel 5. 13 Perbandingan nilai kecepatan aliran udara pada seluruh model eksperimen skenario 3 dan *base model*

waktu	KECEPATAN ALIRAN UDARA						
	Base model	3A	3B	3C	3D	3E	3F
08.00	0,45	1,87	3,19	0,97	0,62	3,12	1,96
10.00	0,49	1,82	3,01	0,92	0,72	2,94	1,91
12.00	0,53	1,81	2,96	0,94	0,79	2,89	1,91
14.00	0,56	1,84	2,94	0,93	0,82	2,87	1,94
16.00	0,52	1,78	2,82	0,88	0,77	2,74	1,86
18.00	0,46	1,62	2,59	0,8	0,7	2,52	1,69
20.00	0,47	1,59	2,51	0,8	0,72	2,43	1,67
22.00	0,49	1,6	2,48	0,8	0,74	2,4	1,68
00.00	0,49	1,62	2,48	0,8	0,75	2,4	1,69



Gambar 5. 22 Perbandingan kondisi kecepatan aliran udara model eksperimen skenario 3 dan *base model*

Persentase perubahan tertinggi terjadi pada model dengan H/W 0.38 yaitu model 1B. Persentase terendah terjadi pada model dengan H/W 2.06 yaitu model 1D. Jika dilihat secara pengelompokan berdasarkan nilai GSB, *shallow canyon* memiliki kenaikan kecepatan aliran udara yang lebih tinggi dibandingkan *deep canyon*. Berikut Gambar 5.23 memaparkan grafik persentase kenaikan kecepatan aliran udara dibandingkan dengan kondisi *base case*



Gambar 5. 23 Persentase kenaikan kecepatan aliran udara pada model skenario 3

Perubahan yang terjadi pada kecepatan aliran udara seperti yang terlihat pada tabel diatas telah dipengaruhi oleh dimensi bangunan, pada penelitian ini yaitu

tinggi bangunan penghalang. Seperti yang dikatakan Boutet (1987) bahwa perbandingan bangunan dengan panjang dan lebar yang sama, namun memiliki ketinggian yang berbeda menghasilkan aliran *eddy* dan zona tenang yang lebih panjang. Hal tersebut terjadi pada kondisi skenario 3 sehingga terlihat perbandingan yang signifikan jika dibandingkan dengan skenario 1 dan skenario 2.

Meskipun di bedakan dengan bangunan penghalang, kinerja antara desain desain *canyon* skenario 1, 2, dan 3 memiliki kemiripan. H/W rendah memiliki nilai temperatur udara yang tinggi. Karakteristik desain (W) yang lebar memberikan perbaikan pada distribusi kecepatan aliran udara meskipun pada skenario 2 dan 3 terdapat bangunan penghalang. Desain (H) tinggi dan (W) lebar memberikan perbaikan pada kinerja lingkungan termal dibandingkan *base case*, hal tersebut dapat dilihat pada model A (1A, 2A, dan 3A). Perbaikan tersebut yaitu rendah nya temperatur udara dan naik nya kecepatan aliran udara. Pada skenario 3, ketinggian bangunan yang berbeda antara desain *canyon* dengan bangunan penghalang menghasilkan kecepatan aliran udara yang tinggi meskipun temperatur udara naik.

5.5. Aspek Rasio L/W didalam Mempengaruhi Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Desain *Canyon* Skenario 1

Peran aspek rasio L/W memiliki pengaruh terhadap perubahan kecepatan aliran udara dan temperatur udara dengan level ketinggian yang berbeda di sepanjang koridor jalan/desain *canyon* (Niachou, 2008; Hang dkk, 2010). Hang, dkk (2010) juga mengatakan hal yang sama bahwa panjang atau pendeknya desain sebuah *canyon* berpengaruh terhadap perubahan kecepatan aliran udara. Dengan karakteristik kawasan yang merupakan daerah pesisir, kecepatan aliran udara merupakan potensi yang dapat memberikan perubahan pada kondisi termal. Dengan memanfaatkan desain lebar jalan W yang pada beberapa penelitian dapat memberikan perubahan pada kecepatan aliran udara (Al sallal dkk, 2012; Chan dkk, 2001; Hang dkk, 2010). Berikut Tabel 5.14 memaparkan pengelompokan rasio L/W berdasarkan ketinggian bangunan.

Tabel 5. 14 Desain *canyon* dan nilai aspek rasio L/W

Model	JLB	Aspek rasio L/W		Nilai L/W
		L	W	
Desain canyon A	4	104 meter	17 meter	6.11
Desain canyon B	2	104 meter	17 meter	
Desain canyon C	2	104 meter	5 meter	20.8
Desain canyon D	4	104 meter	5 meter	
Desain canyon E	2	104 meter	13 meter	8
Desain canyon F	4	104 meter	13 meter	

5.5.1. Pengaruh Aspek Rasio L/W Terhadap Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Ketinggian Bangunan 4 Lantai

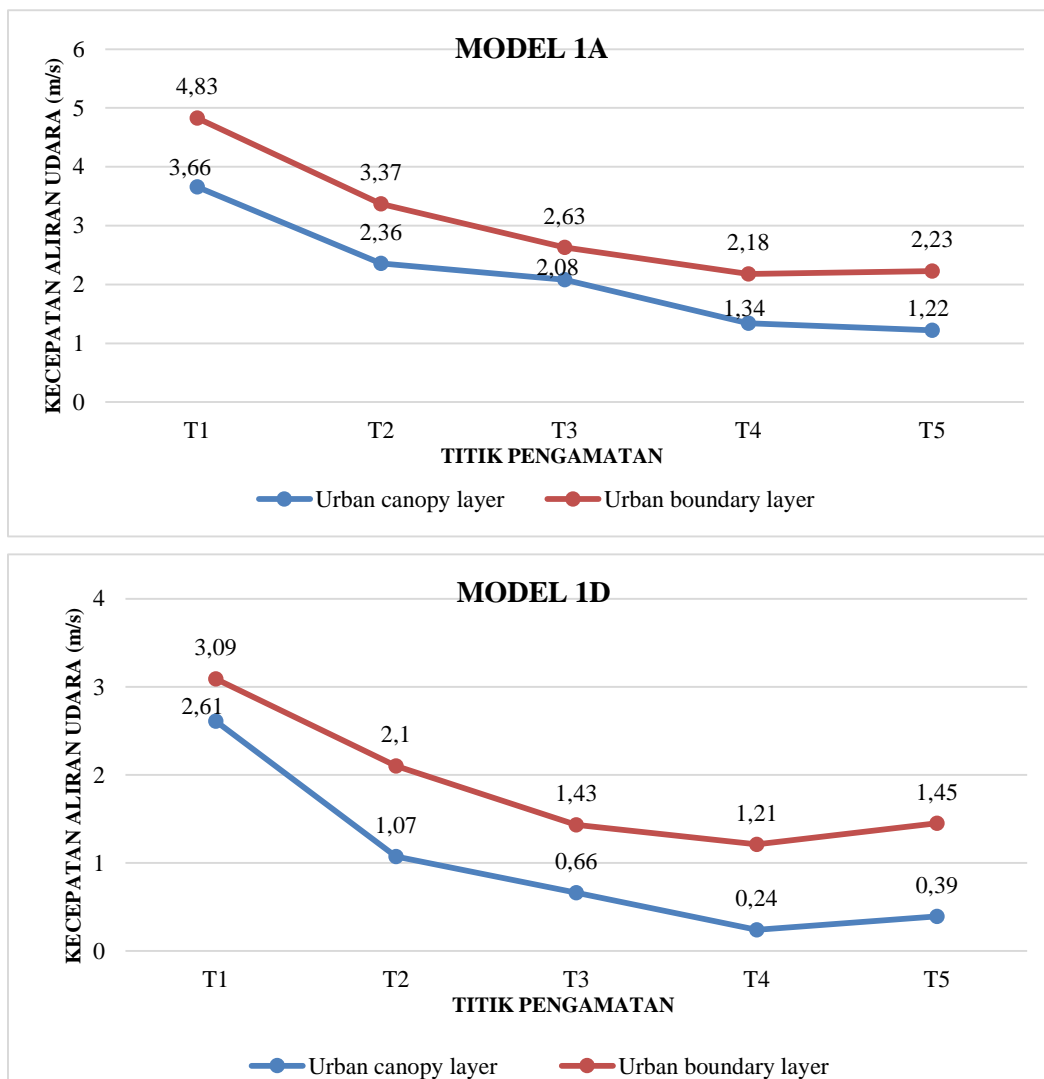
Ketinggian bangunan 4 lantai merupakan peraturan yang ditetapkan oleh pemerintah daerah Kota Selatpanjang no 09 (2015) tentang ketinggian bangunan usaha yang tertata berderet dan berdempet. Berikut Tabel 5.15 memaparkan perubahan nilai kecepatan aliran udara pada model 1A, 1D dan 1F yang masing-masing memiliki ketinggian bangunan yang sama yaitu 4 lantai (15 meter).

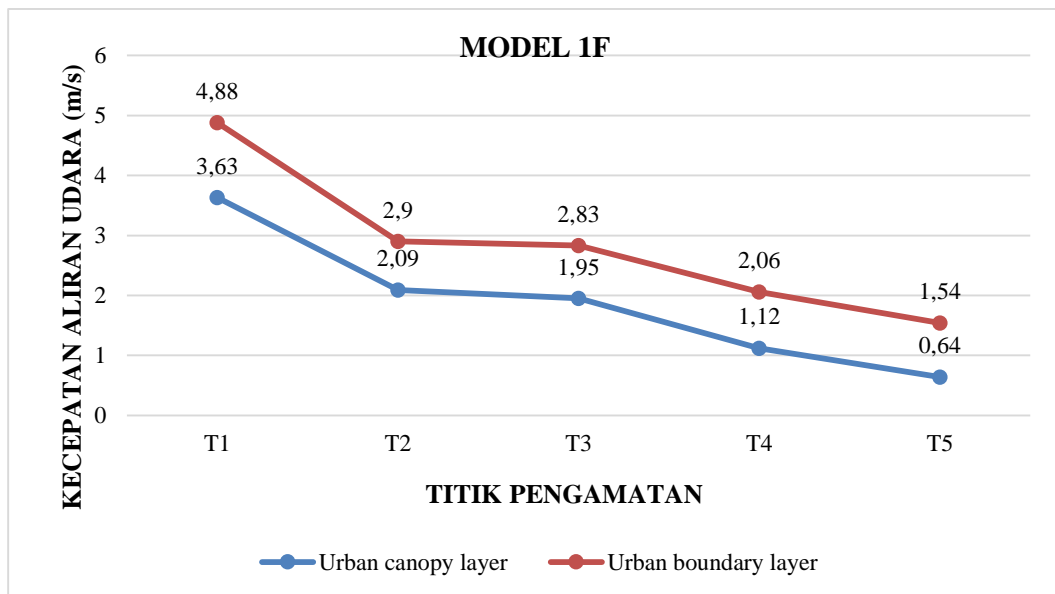
Tabel 5. 15 Perubahan kecepatan aliran udara yang dihasilkan pada model eksperimen skenario 1 (1A, 1D, dan 1F)

Model 1A						Keterangan
Level	Titik pengamatan					
	T1	T2	T3	T4	T5	
Urban canopy layer	3,66	2,36	2,08	1,34	1,22	V (m/s)
Urban boundary layer	4,83	3,37	2,63	2,18	2,23	V (m/s)
Model 1D						Keterangan
Level	Titik pengamatan					
	T1	T2	T3	T4	T5	
Urban canopy layer	2,61	1,07	0,66	0,24	0,39	V (m/s)
Urban boundary layer	3,09	2,1	1,43	1,21	1,45	V (m/s)
Model 1F						Keterangan
Level	Titik pengamatan					
	T1	T2	T3	T4	T5	
Urban canopy layer	3,63	2,09	1,95	1,12	0,64	V (m/s)
Urban boundary layer	4,88	2,9	2,83	2,06	1,54	V (m/s)

Jika dilihat pada tabel diatas, desain lebar jalan (W) memberikan perbedaan pada kecepatan aliran udara di ketinggian bangunan yang sama (JLB 4). Desain W

yang lebar menghasilkan kecepatan aliran udara yang tinggi. Model 1A dengan W 17 meter memiliki kecepatan aliran udara tertinggi jika dibandingkan model 1D dan 1F yang masing-masing memiliki lebar jalan (W) 5 dan 13. Antara model 1D dan 1F, 1F memiliki kecepatan aliran udara yang lebih tinggi dari model 1D. Seperti yang dikatakan Cha, dkk (2001) bahwa kecepatan udara yang tinggi disebabkan oleh desain *canyon* perkotaan yang lebih luas (W besar). Hal tersebut pada lokasi penelitian didukung oleh arah datang nya aliran udara. Kecepatan aliran udara berasal dari arah utara yang berasal dari Selat air hitam. Pada kondisi tersebut, *canyon* bangunan dengan desain jalan (W) yang besar dapat memungkinkan aliran udara dapat dialirkan dalam kondisi kecepatan yang tinggi. Berikut Gambar 5.24 memaparkan grafik perbandingan antara kecepatan aliran udara model 1A, 1D, dan 1F pada model skenario 1.





Gambar 5. 24 Perbandingan kecepatan aliran udara pada ketinggian JLB 4

Desain *canyon* yang lebih panjang (L/W 20.8) pada model 1D akan mengakibatkan perubahan kecepatan aliran udara lebih tinggi pada level *urban canopy layer* dibandingkan desain *canyon* pendek dengan selisih 0.02 m/s. Hal tersebut berbeda dengan penelitian Hang, dkk (2010) yang mengatakan L/W 333 (desain *canyon* panjang) menghasilkan perubahan kecepatan aliran udara yang lebih rendah pada level *urban canopy layer*. L/W 6.11 dengan desain lebar jalan (W) 17 meter pada model 1A memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban boundary layer* sebesar 0.675 m/s dan pada level *urban canopy layer* sebesar 0.61 m/s. Perubahan terbesar terjadi pada titik pengamatan T1 menuju T2 sebesar 1.46 m/s (*urban boundary layer*) dan 1.3 m/s (*urban canopy layer*). Selanjutnya pada titik pengamatan T2 hingga ke T5 tidak memiliki selisih yang besar. Pada L/W 20.8 dengan desain lebar jalan (W) 5 meter pada model 1D memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban boundary layer* sebesar 0.53 m/s dan pada level *urban canopy layer* sebesar 0.63 m/s. Berikutnya pada model 1F dengan L/W 8 (desain lebar jalan (W) 13 meter) memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban boundary layer* sebesar 0.83 m/s dan pada level *urban canopy layer* sebesar 0.74 m/s. Sama halnya dengan model 1A, model 1D dan 1F juga memiliki perubahan kecepatan aliran udara tertinggi pada titik pengamatan T1 menuju T2.

Tabel 5. 16 Perubahan rata-rata kecepatan aliran udara (model 1A, 1D, dan 1F)

Level	Rata-rata penurunan kecepatan aliran udara		
	1A	1D	1F
<i>Urban canopy layer</i>	0,61 m/s	0,63 m/s	0.74 m/s
<i>Urban boundary layer</i>	0.675 m/s	0.53 m/s	0.83 m/s

5.5.2. Pengaruh Aspek Rasio L/W Terhadap Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Ketinggian Bangunan 2 Lantai

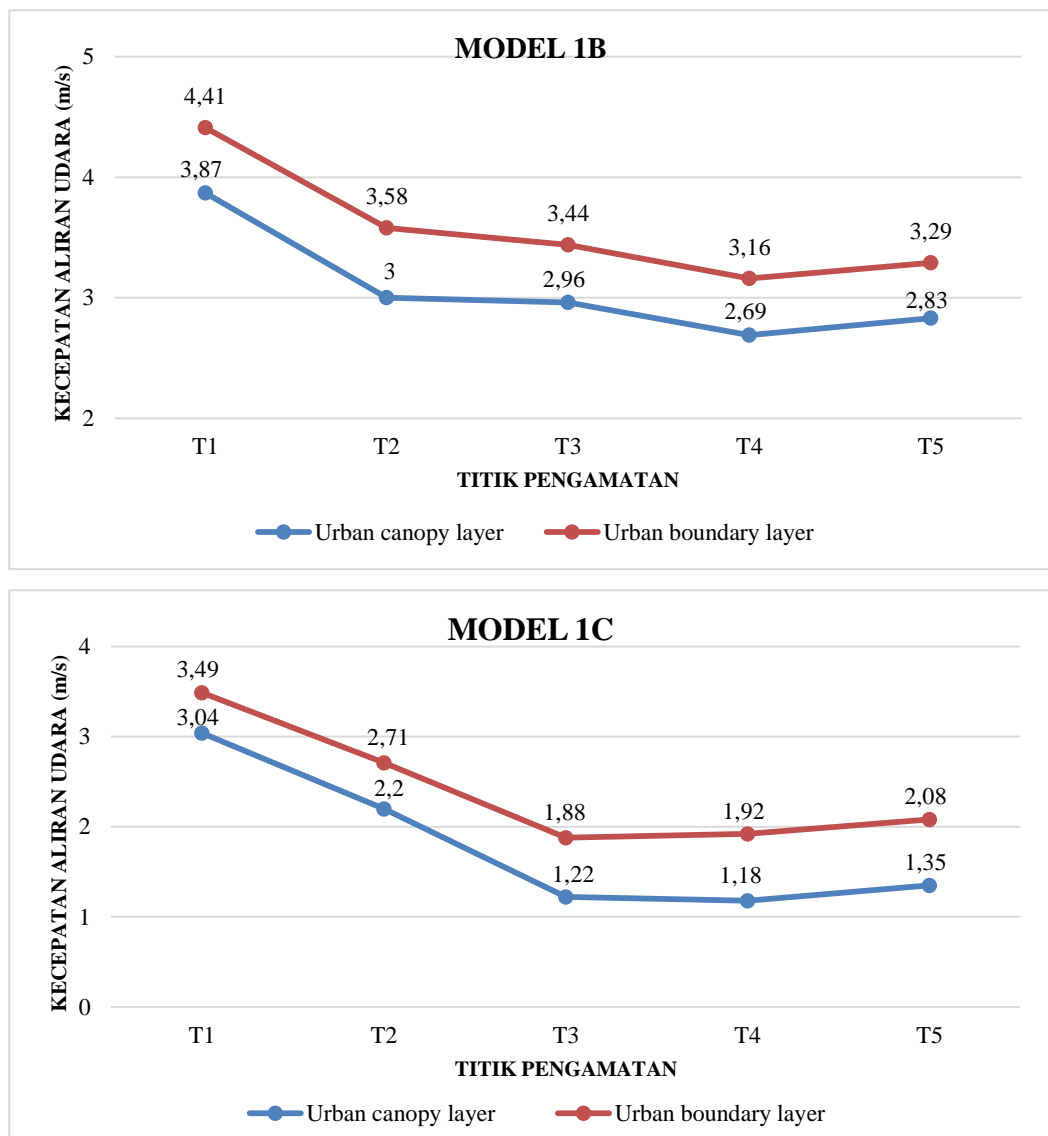
Seperti hal nya pada bangunan 4 lantai, penelitian pada bangunan 2 lantai ini juga akan melihat perubahan kecepatan aliran udara pada level *urban canopy layer* (1.5 meter) dan *urban boundary layer* (4.5 meter). Berikut Tabel 5.17 memaparkan perubahan nilai kecepatan aliran udara pada model 1B, 1C dan 1E yang masing-masing memiliki ketinggian bangunan yang sama yaitu 2 lantai (7 meter).

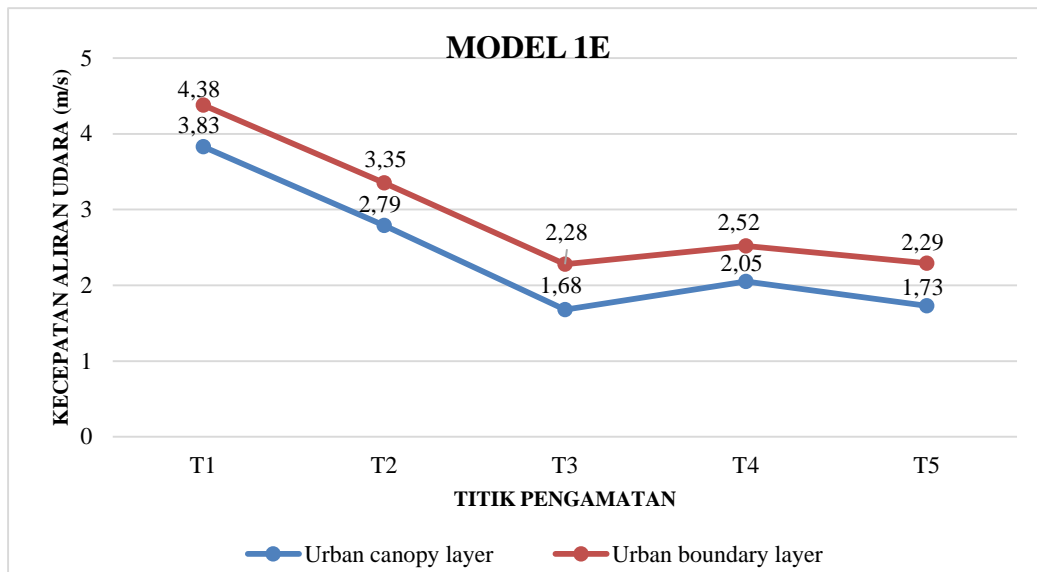
Tabel 5. 17 Perubahan kecepatan aliran udara dihasilkan pada model eksperimen skenario 1 (1B, 1C, dan 1E)

Model 1B						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Urban canopy layer</i>	3,87	3	2,96	2,69	2,83	V (m/s)
<i>Urban boundary layer</i>	4,41	3,58	3,44	3,16	3,29	V (m/s)
Model 1C						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Urban canopy layer</i>	3,04	2,2	1,22	1,18	1,35	V (m/s)
<i>Urban boundary layer</i>	3,49	2,71	1,88	1,92	2,08	V (m/s)
Model 1E						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Urban canopy layer</i>	3,83	2,79	1,68	2,05	1,73	V (m/s)
<i>Urban boundary layer</i>	4,38	3,35	2,28	2,52	2,29	V (m/s)

Sama hal nya dengan dengan kondisi yang terjadi pada model JLB 4, pada JLB 2, model dengan desain W yang besar akan memiliki kecepatan aliran udara yang lebih tinggi jika dibandingkan dengan desain *canyon* yang memiliki desain W yang kecil. Hal tersebut berbeda dengan apa yang disampaikan oleh Al sallal, dkk (2012) yang mengatakan desain *canyon* dengan lebar jalan (W) sempit dapat

meningkatkan kecepatan aliran udara sehingga menghasilkan pendinginan pasif yang lebih tinggi. Terjadinya perbedaan tersebut karena adanya perbedaan karakteristik lokasi penelitian sehingga berbeda aspek yang diteliti. Pada penelitian ini, kecepatan aliran udara dominan berasal dari orientasi utara-selatan sehingga akan melihat pengaruh L/W terhadap perubahan kecepatan aliran udara sedangkan Al Sallal, dkk (2012) didalam penelitiannya melihat pengaruh H/W terhadap perubahan kecepatan aliran udara. Berikut Gambar 5.25 memaparkan grafik perbandingan antara kecepatan aliran udara model 1A, 1D, dan 1F pada model skenario 1.





Gambar 5. 25 Perbandingan kecepatan aliran udara pada ketinggian JLB 2

Sama hal nya dengan model 1D, model 1C dengan desain *canyon* yang lebih panjang (L/W 20.8) mengakibatkan perubahan kecepatan aliran udara lebih rendah pada level *urban canopy layer*. L/W 6.11 dengan desain lebar jalan (W) 17 meter pada model 1B memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban canopy layer* sebesar 0.33 m/s dan pada level *urban boundary layer* sebesar 0.34 m/s. Perubahan terbesar juga terjadi pada titik pengamatan T1 menuju T2 sebesar 0.87 m/s (*urban canopy layer*) dan 0.83 m/s (*urban boundary layer*). Selanjutnya pada titik pengamatan T2 hingga ke T5 tidak memiliki selisih yang besar. Pada L/W 20.8 dengan desain lebar jalan (W) 5 meter pada model 1C memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban canopy layer* sebesar 0.5 m/s dan pada level *urban boundary layer* sebesar 0.45 m/s. Berikutnya pada model 1F dengan L/W 8 (desain lebar jalan (W) 13 meter) memiliki perubahan kecepatan aliran udara rata-rata pada level *urban canopy layer* sebesar 0.71 m/s dan level *urban boundary layer* sebesar 0.64 m/s. Sama hal nya dengan model 1B, model 1C dan 1E juga memiliki perubahan kecepatan aliran udara tertinggi pada titik pengamatan T1 menuju T2.

Tabel 5. 18 Perubahan rata-rata kecepatan aliran udara (model 1B, 1C, dan 1E)

Level	Rata-rata penurunan kecepatan aliran udara		
	1B	1C	1E
<i>Urban canopy layer</i>	0,33 m/s	0,5 m/s	0.71 m/s
<i>Urban boundary layer</i>	0.345 m/s	0.45 m/s	0.64 m/s

5.6. Pengaruh Bangunan Penghalang Terhadap Skematik Perubahan Kecepatan Aliran Udara pada Desain *Canyon* Skenario 2 dan 3

Perubahan yang diberikan terkait keberadaan bangunan penghalang 2 lantai dan 4 lantai memberikan perlakuan yang berbeda pada skematik aliran udara. Aliran udara pada model skenario 1 berdasarkan nilai yang tertera pada Tabel 5.15 dan Tabel 5.17 memiliki kecenderungan terus mengalami penurunan dari titik awal hingga ke titik ke 4 dan mulai naik pada titik ke 5. Hal berbeda terjadi pada skenario 2 dan 3 dimana kecepatan aliran udara pada titik awal (T1) memiliki nilai yang paling rendah. Pergerakan kecepatan aliran udara dari T1 menuju T2 dan T3 terus mengalami kenaikan. Puncak kecepatan aliran udara berada pada titik ke tiga (T3) dan kemudian kembali turun pada titik ke 4 (T4) dan pada titik ke 5 (T5) kembali mengalami kenaikan. Hal tersebut diatas terjadi pada semua level ketinggian. Berikut Tabel 5.19 memaparkan hasil perubahan kecepatan aliran udara pada model eksperimen skenario 2 dan 3.

Tabel 5. 19 Perubahan kecepatan aliran udara pada model eksperimen skenario 2 (2A dan 2B) dan skenario 3 (3A dan 3B)

Model 2A						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Urban canopy layer</i>	2,64	2,31	2,04	1,34	1,27	V(m/s)
<i>Urban canopy layer</i>	4,58	3,34	2,6	2,18	2,24	V(m/s)
Model 2B						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
<i>Urban canopy layer</i>	2,54	2,99	3,16	2,83	2,88	V(m/s)
<i>Urban canopy layer</i>	3,31	3,53	3,62	3,29	3,33	V(m/s)

Model 3A						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
Urban canopy layer	0,98	1,93	1,84	1,42	1,56	V(m/s)
Urban canopy layer	2,79	2,95	3,28	2,45	3,02	V(m/s)
Model 3B						
Level	Titik pengamatan					Keterangan
	T1	T2	T3	T4	T5	
Urban canopy layer	0,7	2,28	2,94	2,91	3,06	V(m/s)
Urban canopy layer	1,12	2,7	3,37	3,33	3,47	V(m/s)

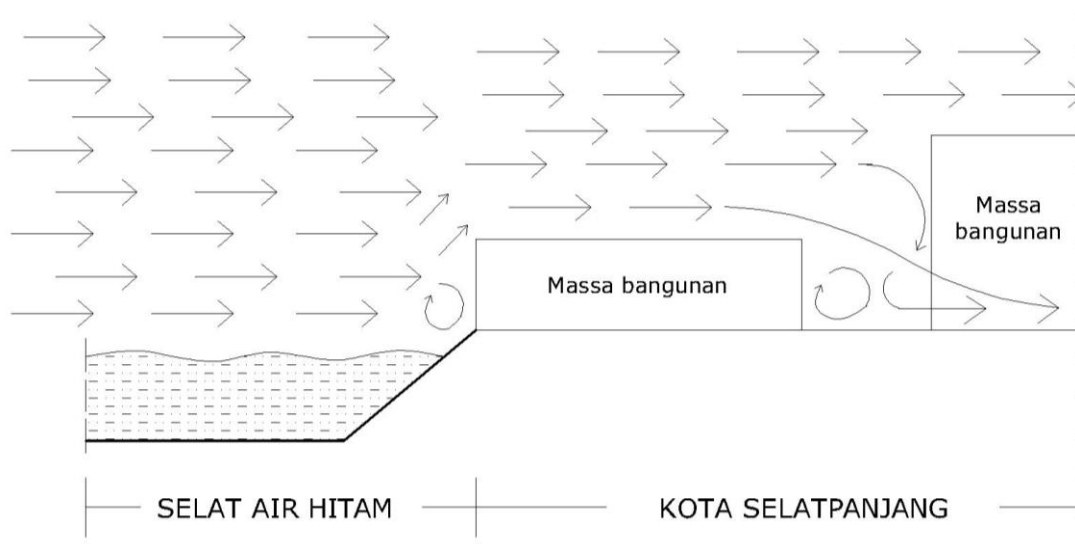
Terjadinya perubahan skematik kecepatan aliran udara yang telah dijelaskan diatas merupakan dampak dari perlakuan modifikasi ketinggian yang diberikan pada bangunan penghalang tepi air. Hal tersebut dapat dilihat dari perbandingan model 2A dan model 3A. Perbedaan skematik tersebut dikarenakan terjadinya perbedaan lompatan aliran udara ketika mengenai bangunan penghalang. Seperti yang dikatakan Latifa (2015) dan Boutet (1987) tentang proporsi bangunan dengan dimensi bayangan angin (*leeward*) dan olakan (*eddy*) yaitu semakin panjang dan semakin tinggi massa bangunan maka semakin besar dimensi bayangan angin dan olakan yang diperoleh.



Gambar 5. 26 Kontur nilai kecepatan aliran udara pada area *leeward* pada skenario 2 (2A) dan skenario 3 (3A)

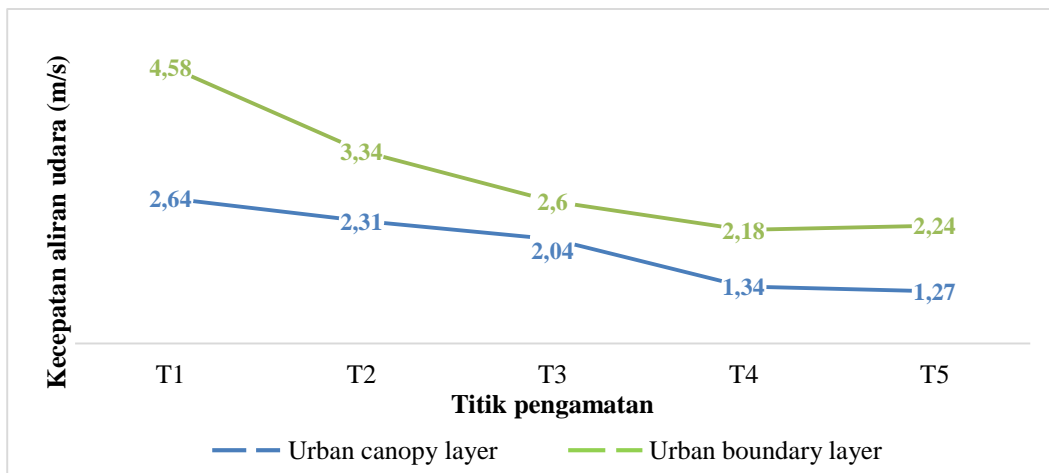
Dari gambar kontur kecepatan aliran udara diatas dapat dilihat bahwa terjadinya perbedaan kondisi kecepatan aliran udara pada posisi *leeward*. Akibat

dari perbedaan ketinggian bangunan penghalang, kecepatan aliran udara pada skenario 2 pada posisi *leeward* lebih tinggi jika dibandingkan dengan skenario 3. Hal tersebut dikarenakan lompatan aliran udara yang mengenai bangunan penghalang dibelokkan kebawah oleh bangunan yang lebih tinggi didepannya. Adanya ketinggian bangunan yang berbeda antara bangunan penghalang tepi air dan bangunan pada desain *canyon* memberi keuntungan pada desain *canyon* yang berorientasi barat-timur dan menghasilkan kenaikan temperatur udara sebesar 0.9 °C (Gambar 5.27). Seperti yang dikatakan Priyadarsini, dkk (2005) dan Chan, dkk (2001) bahwa adanya beberapa bangunan tinggi dari bangunan lainnya dapat meningkatkan kecepatan aliran udara hingga 90% untuk aliran paralel dan temperatur udara turun hingga 1 °C. Pada aliran tegak lurus, kecepatan aliran udara lebih meningkat dan temperatur udara turun 1,1 °C. Lompatan aliran udara karena ketinggian bangunan penghalang mengakibatkan panjangnya area dengan kondisi tenang pada skenario 3. Seperti yang dikatakan Latifa (2015) dan Boutet (1987) bahwa aliran udara yang mengalami lompatan karena terkena bangunan penghalang membutuhkan waktu untuk kembali pada posisi semula. Pada skenario 2 hal tersebut tidak terjadi karena kondisi bangunan penghalang yang rendah (JLB 2). Lompatan aliran udara akan cepat kembali pada posisi semula dibandingkan pada skenario 3.

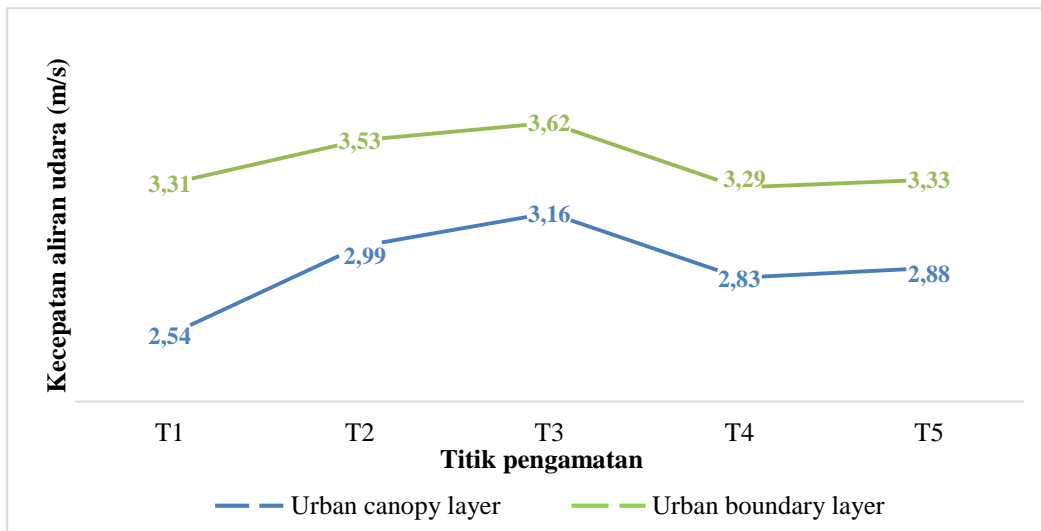


Gambar 5. 27 Arah aliran udara akibat perbandingan ketinggian bangunan penghalang dan bangunan desain *canyon* pada skenario 2 (2A)

Selain memberi keuntungan pada desain *canyon* yang berorientasi barat-timur, perlakuan yang diberi pada desain *canyon* skenario 2 juga menghasilkan perbandingan skematik antara model 2A dan 2B. Adanya variasi ketinggian bangunan (H) pada geometri desain *canyon* model 2A menghasilkan skematik yang sama dengan skenario 1. Lompatan aliran udara akibat bangunan penghalang dibelokkan oleh bangunan yang lebih tinggi didepannya (Gambar 5.27). Berikut dipaparkan perbandingan grafik perubahan kecepatan aliran udara pada skenario 2.



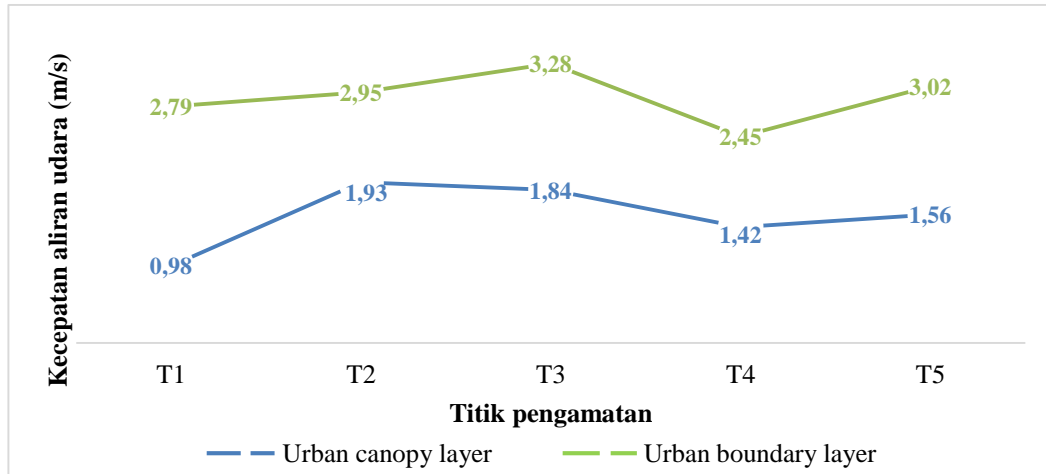
Gambar 5. 28 Grafik perubahan kecepatan aliran udara pada model skenario 2 (2A)



Gambar 5. 29 Grafik perubahan kecepatan aliran udara pada model skenario 2 (2B)

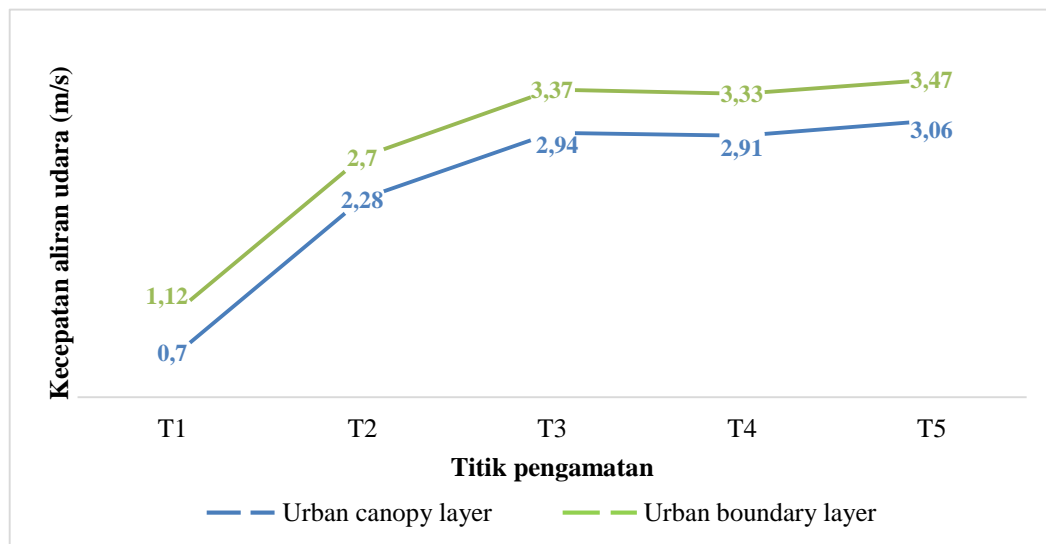
Pada model berikutnya yaitu model eksperimen skenario 3 jika dibandingkan dengan skenario 2 pada model 2B memiliki perbedaan pada nilai kecepatan aliran udara dengan kesamaan skema aliran udara yang memiliki area dengan kondisi

tenang pada titik pengamatan T1 dan T2. Adanya perbandingan ketinggian bangunan pada desain *canyon* model 3A dan model 3B juga menghasilkan skema yang sedikit berbeda (Gambar 5.30 dan Gambar 5.31).



Gambar 5. 30 Grafik perubahan kecepatan aliran udara pada model skenario 3 (3A)

Seperti yang telah dijelaskan diatas, perbedaan skema aliran udara yang terjadi pada model 3B dikarenakan rendahnya jumlah lantai bangunan, sehingga aliran udara yang bergerak mengalir dengan skema yang stabil dan nilai yang tidak terpaut jauh hingga ke titik pengamatan ke 5 (T5). Berikut lebih jelasnya dapat dilihat pada Gambar 5.31 dibawah ini.



Gambar 5. 31 Grafik perubahan kecepatan aliran udara pada model skenario 3 (3B)

-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BAB VI

KESIMPULAN DAN SARAN

Berdasarkan hasil pembahasan tentang pengaruh desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal di daerah pesisir Kota Selatpanjang menghasilkan beberapa kesimpulan. Pertama mengenai kinerja lingkungan termal desain *canyon* pada kondisi terkini Kota Selatpanjang yang dipengaruhi oleh bangunan penghalang. Kedua mengenai pengaruh variasi desain *canyon* bangunan terhadap kinerja lingkungan termal didalam tiga kondisi yang berbeda yaitu kondisi tanpa bangunan penghalang dan modifikasi ketinggian bangunan penghalang.

6.1. Kinerja Lingkungan Termal Desain *Canyon* pada Kondisi Terkini Kota Selatpanjang

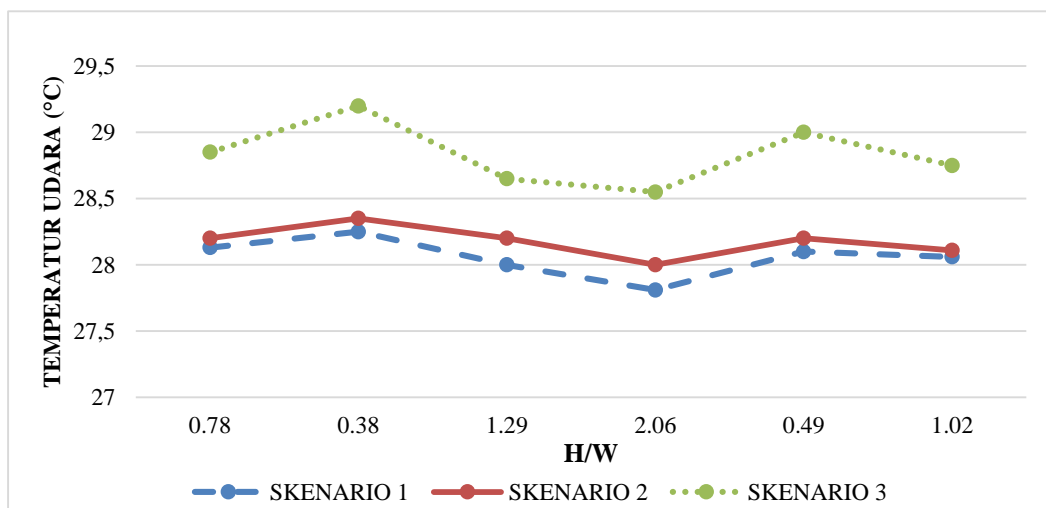
Seiring perubahan yang terjadi pada nilai H/W , temperatur udara juga akan mengalami perubahan. Nilai H/W tinggi yang merupakan karakteristik dari tipe *deep canyon* akan memiliki temperatur udara yang rendah. Demikian sebaliknya H/W rendah yang merupakan karakteristik dari tipe *shallow canyon* menghasilkan temperatur udara yang tinggi. Hal tersebut menunjukkan bahwa diberlakukannya peraturan pemerintah daerah no 09 (2015) pada desain *canyon* 3 dan 4 yang menghasilkan nilai H/W rendah belum memberikan perbaikan pada kondisi termal desain *canyon* Kota Selatpanjang. Adanya perbandingan ketinggian bangunan (H) dan lebar jalan (W) memberikan perbedaan pada kondisi temperatur udara *deep canyon* dan *shallow canyon* dengan selisih sebesar 1-2,4 °C. Selain aspek rasio H/W , orientasi pada desain *canyon* juga memiliki peran terhadap seberapa besar kuantitas radiasi matahari yang diterima oleh desain *canyon* baik pada permukaan horizontal (permukaan jalan) maupun pada permukaan vertikal (permukaan bangunan). Orientasi utara-selatan yang dimiliki oleh desain *canyon* 1,2,3, dan 4 memberikan keuntungan terkait arah edaran matahari. Seperti yang dikatakan Toudert (2006) bahwa perbedaan orientasi antara N-S dan W-E akan terkait dengan arah edaran matahari. Jalan yang memiliki orientasi W-E akan mengalami paparan sinar matahari langsung yang lebih lama dibandingkan jalan dengan orientasi N-S.

Hal lain yang mempengaruhi kinerja lingkungan termal desain *canyon* Kota Selatpanjang yaitu rendahnya kecepatan aliran udara. hal tersebut dikarenakan keberadaan bangunan penghalang tepi air yang memberikan perubahan signifikan pada penurunan distribusi kecepatan aliran udara pada desain *canyon* sebesar 2.1-2.5 m/s. Sebagaimana diketahui, ketersediaan aliran udara yang tinggi merupakan potensi yang dapat dimanfaatkan didalam mempengaruhi kondisi termal pada desain *canyon* Kota Selatpanjang, namun hal demikian tidak terpenuhi karena terkait bangunan penghalang tepi air, pemerintah daerah Kota Selatpanjang tidak memiliki peraturan khusus yang mengatur hal demikian. Efek dari rendahnya kecepatan aliran udara pada desain *canyon* menghasilkan kelembaban yang tinggi beserta kondisi temperatur yang juga mengalami kenaikan karena tidak terpenuhinya pertukaran udara didalam desain *canyon* bangunan.

6.2. Pengaruh Desain Canyon Bangunan Terhadap Kinerja Lingkungan Termal pada Kondisi Eksperimen

Tipe *deep canyon* pada kondisi eksperimen masih menghasilkan kondisi temperatur udara yang lebih rendah jika dibandingkan *shallow canyon*. Namun hal demikian belum tentu menjadikan *deep canyon* lebih baik dari *shallow canyon*. Hal tersebut dikarenakan *shallow canyon* menghasilkan kecepatan aliran udara yang lebih tinggi dibandingkan *deep canyon*. Terutama pada tipe *shallow canyon* yang memiliki desain jalan (W) yang lebar yaitu pada model 1B dan 1A dengan kecepatan aliran udara sebesar 2.96 m/s dan 2.08 m/s. Hal tersebut sama dengan penelitian yang dilakukan oleh Cha, dkk (2001) bahwa kecepatan udara yang tinggi dapat disebabkan oleh desain *canyon* perkotaan yang lebih luas (W besar). Kecepatan aliran udara yang meningkat karena tidak adanya bangunan penghalang. dari sisi pemanfaatan aliran udara, *shallow canyon* dengan W yang besar sangat baik diterapkan untuk mengimbangi kondisi termal yang tinggi pada perkotaan daerah pesisir. Secara keseluruhan dari hasil eksperimen, kenaikan kecepatan aliran udara tidak menghasilkan perubahan signifikan pada kondisi temperatur udara baik pada *deep canyon* maupun *shallow canyon* yaitu sebesar 0.1-0.91 °C meskipun terjadi kenaikan aliran udara hingga 80% atau 2.4 m/s. Hal tersebut tidak sesuai dengan teori Erell (2011) yang mengatakan kecepatan angin 1-1,5 m/s menciptakan

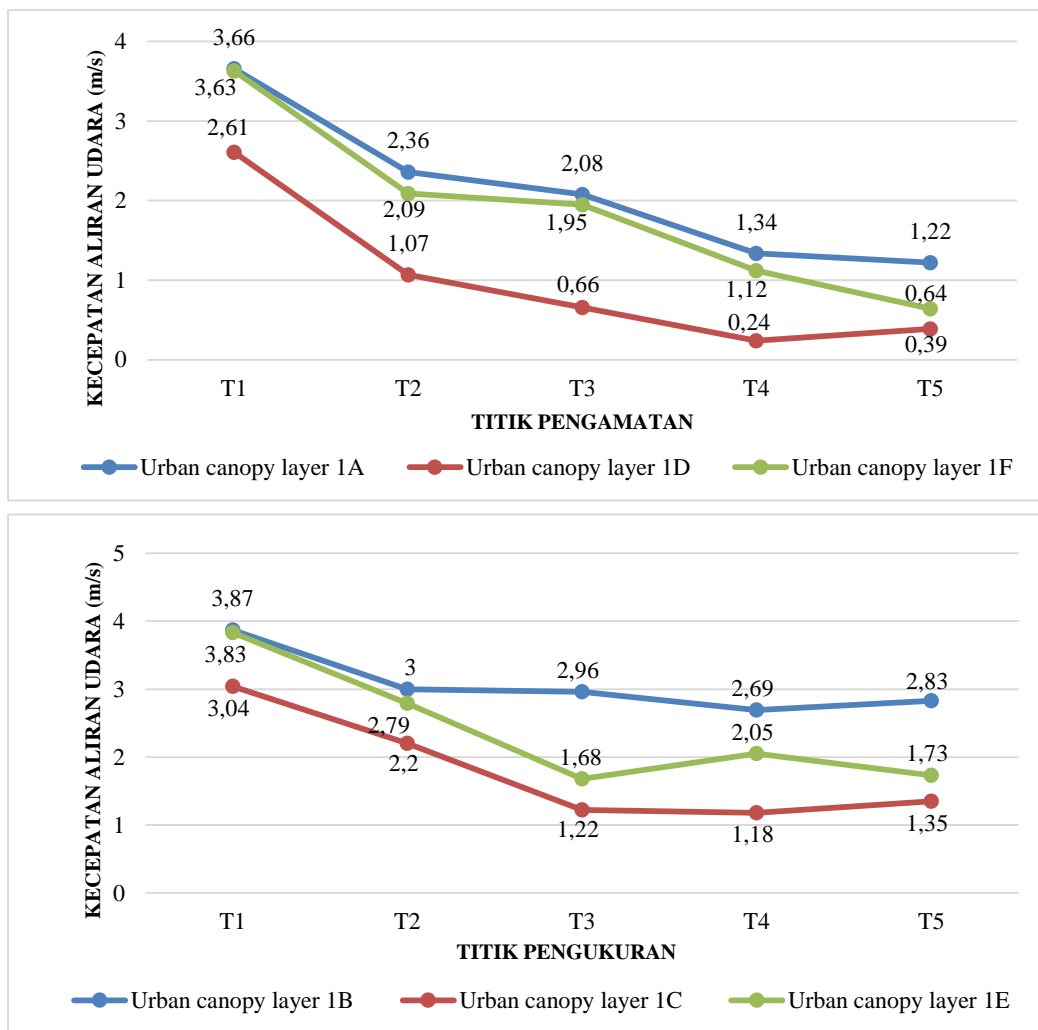
pendinginan yang setara dengan penurunan suhu 2 °C. Hal tersebut dikarenakan kondisi kawasan penelitian yang merupakan kawasan pesisir dengan sumber panas tidak hanya datang dari bangunan dan aktivitas antropogenik yang ada didalam lingkungan desain *canyon* saja, namun juga dari aktivitas yang ada di laut yang dibawa oleh aliran udara. Pada kondisi kelembaban udara, *deep canyon* dan *shallow canyon* mengalami penurunan 8-10% jika dibandingkan kondisi *base model*. Hal tersebut dikarenakan tidak adanya bangunan penghalang menghasilkan pertukaran udara yang lebih baik jika dibandingkan *base model*. Berikut grafik perbandingan pengaruh nilai H/W terhadap temperatur udara yang dilihat pada kondisi terpanas (pukul 14.00) didalam beberapa kondisi berbeda, salahsatunya terkait dengan peraturan yang ditetapkan oleh Ditjen Cipta Karya (2000).



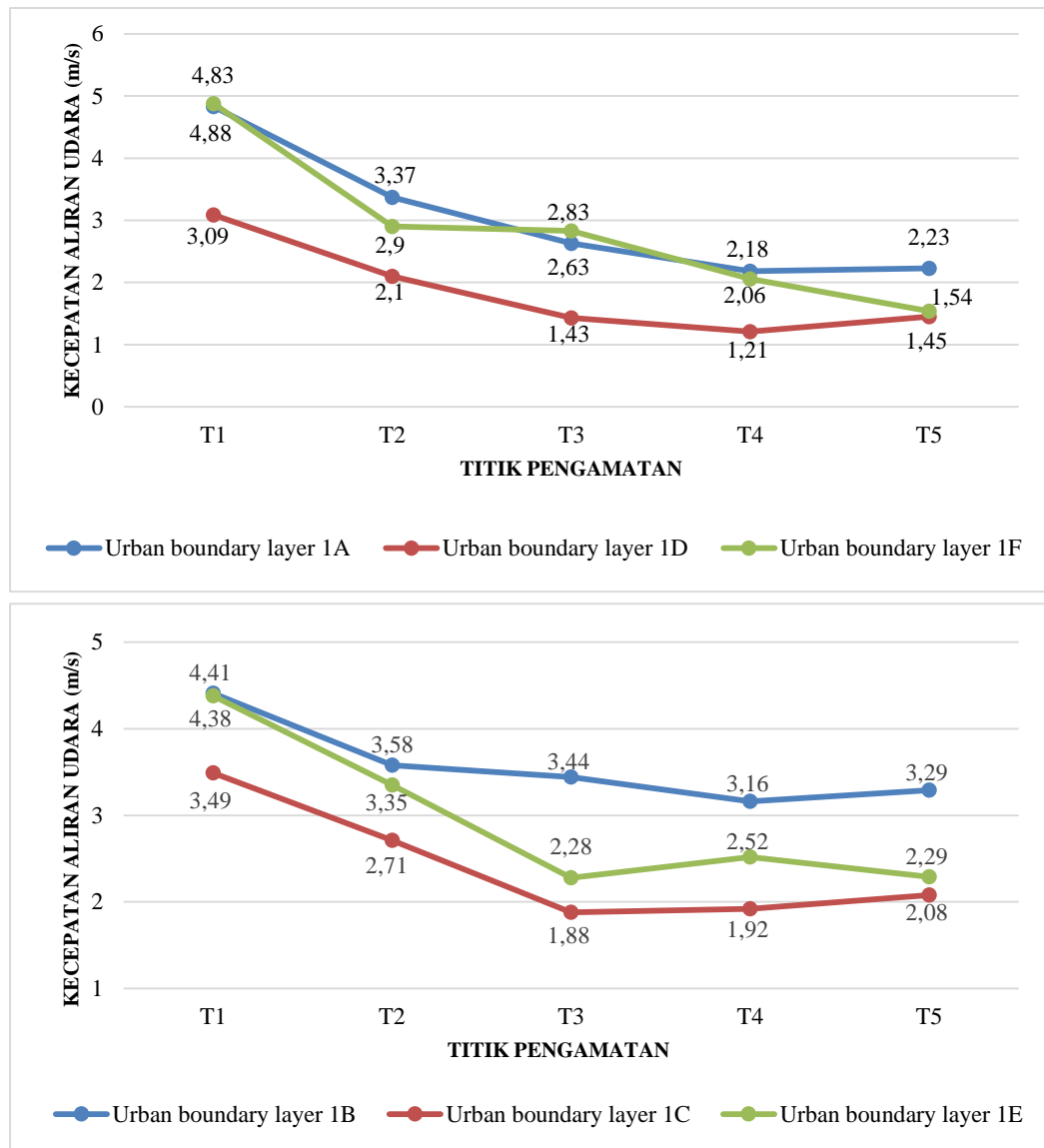
Gambar 6. 1 Perbandingan temperatur udara pada variasi nilai H/W

Pada kajian aspek rasio L/W , L/W rendah (*short canyon*) dengan karakteristik (W) yang lebar pada Kota Selatpanjang menghasilkan perubahan kecepatan aliran udara yang lebih rendah pada semua ketinggian bangunan (JLB4 dan JLB2) dan semua level ketinggian (*urban canopy layer* dan *urban boundary layer*) jika dibandingkan dengan *long canyon*. Kondisi tersebut terus mengalami penurunan kecepatan aliran udara seiring berkurang lebar jalan (W). Hal tersebut menunjukkan L/W rendah (*short canyon*) lebih memiliki kestabilan didalam penurunan kecepatan aliran udara dibandingkan L/W tinggi (*long canyon*). Penelitian ini berbeda dengan penelitian Hang, dkk (2010) yang mengatakan *long canyon* memiliki perubahan udara yang lebih rendah dibandingkan *short canyon*. Terjadinya perbedaan hasil

tersebut dikarenakan adanya perbedaan aspek fisik (dimensi ketinggian bangunan dan lebar jalan) dan lokasi penelitian (pesisir dan pusat kota) serta perbedaan keterbatasan *software* simulasi yang digunakan. Jika dibandingkan dengan rata-rata kecepatan aliran udara pada JLB2, JLB4 memiliki kecepatan aliran udara lebih rendah disemua level ketinggian (*urban canopy layer* dan *urban boundary layer*). Hal tersebut menunjukkan bahwa aspek rasio L/W dengan karakteristik (W) yang lebar yaitu 15 meter dan (H) 7 meter pada Kota Selatpanjang merupakan desain *canyon* yang menghasilkan kecepatan aliran udara rata-rata yang paling tinggi. Berikut Gambar 6.2 memaparkan perbandingan kecepatan aliran udara JLB4 (model 1A, 1D, dan 1F) dan JLB2 (model 1B, 1C, dan 1F) pada level *urban canopy layer* dan Gambar 6.3 memaparkan Perbandingan kecepatan aliran udara JLB4 dengan JLB2 level *urban boundary layer*.



Gambar 6. 2 Perbandingan kecepatan aliran udara pada level *urban canopy layer*



Gambar 6. 3 Perbandingan kecepatan aliran udara pada level *urban boundary layer*

Pada skematik aliran udara terkait dengan perbandingan desain *canyon* didalam kondisi dipengaruhi penghalang dan tidak dipengaruhi penghalang menghasilkan perbedaan yang signifikan. Pada desain *canyon* tanpa penghalang memiliki skema penurunan nilai kecepatan aliran udara yang teratur pada semua level ketinggian. Sedangkan pada desain *canyon* didalam kondisi dipengaruhi penghalang, terjadinya lompatan aliran udara karena mengenai bangunan penghalang menghasilkan daerah tenang sepanjang ± 50 meter yaitu pada titik pengamatan T1 dan T2 yang merupakan area *leeward* yang mengalami olakan (*eddy*).

6.3. Saran

Untuk pengembangan teori selanjutnya yang berkaitan dengan model desain *canyon* perkotaan daerah pesisir, saran yang dapat diberikan untuk penelitian selanjutnya yaitu sebagai berikut:

1. Mengembangkan aspek penelitian, yaitu meneliti kondisi kenyamanan termal pada desain *canyon* perkotaan daerah pesisir Kota Selatpanjang melalui pendekatan fisiologis karena terkait pengaruh kecepatan aliran udara berpotensi memberikan kenyamanan termal meskipun kondisi temperatur udara didalam kondisi tinggi.
2. Mengembangkan aspek penelitian, dengan meneliti kondisi *ACH* (*air change hour*) terkait kondisi radiasi dan polusi yang tinggi pada desain *canyon* perkotaan berkepadatan tinggi daerah pesisir.

DAFTAR PUSTAKA

- Ahmad, K., M. Khare, and K. K., (2005), "*Chaudhry, Wind tunnel simulation studies on dispersion at urban street canyons and intersections—a review*," *Journal of Wind Engineering and Industrial Aerodynamics*, vol. 93, pp. 697–717.
- Ali-Toudert, F., Mayer, H., (2006), "*Numerical study on the effects of aspect ratio and orientation of an urban street canyon on outdoor thermal comfort in hot and dry climate*", *Buildings and Environment*, vol. 41, pp. 94-108.
- Al-Sallal, A., Al-Rais, L., (2012), "*Outdoor airflow analysis and potential for passive cooling in the modern urban context of Dubai*" *Renewable Energy*, vol.38, pp. 40-49.
- Allard, F., (1998), "*Natural Ventilation in Buildings: A Design Handbook*", James & James (Science Publisher) Ltd, London.
- Aynsley, R.M., Melabourne, W., Vockery, B.J., (1977), "*Architectural Aerodynamics*", Applied Science Publisher: London.
- Bakarman., M.A., Chang, J.D., (2015), "*The Influence of Height/Width Ratio on Urban Heat Island in Hot-Arid Climates*".
- Bappeda Kota Selatpanjang 2016.
- Bayong, T.H.K., (2004), "*Klimatologi*", penerbit ITB, Bandung.
- BMKG Provinsi Riau, (2016), "*Data Iklim Kota Selatpanjang*".
- Boutet, T., (1987), "*Air Movement*", Mc Graw Hill Co., New York.
- BPS Kabupaten Meranti, (2016), "*Selatpanjang dalam angka*".
- Cha, Jae-Gyu., Jung, Eung-ho., Ryu, Ji-Won., Kim, Dae-Wuk., (2007), "*Constructing a Green Network to Alleviate the Urban Heat-Island Phenomenon: Focusing on Daegu Metropolitan City in Korea*", Real Corp 007 Proceddings, Tangungsband Vienna.
- Chan A.T., E. S. P. So, and S. C. Samad, (2001), "*Strategic guidelines for street canyon geometry to achieve sustainable street air quality*," *Atmospheric Environment*, vol.35, pp. 5681-5691, 2001.
- Dahuri, R., Rais, Y., Putra, S.G., Sitepu, M.J., (2001), "*Pengelolaan Sumber daya Wilayah Pesisir dan Lautan Secara Terpadu*". Jakarta: PT. Pradnya Paramita.

- Ditjen Cipta Karya, (2000), "*Kebijakan Penataan Kawasan Tepian Air*".
- Erell, E., Pearlmutter, D., Williamson, T.T.J., (2011), "*Urban microclimate: designing the spaces between buildings*", Routledge.
- Frick, Heinz., (2007). "*Ilmu Fisika Bangunan*", Yogyakarta: Kanisius.
- Guba, E.G., Yvonna S., Lincoln, (1994), "*Competing Paradigms in Qualitative Research*", Handbook of Qualitative Research. California: Sage Publications.
- Hang, J., Yugou L., Sandberg, M., (2010), "*Wind conditions and ventilation in high-rise long street models*". Building and Environment 45; 1353-1365.
- Johansson, E., (2006), "*Influence of Urban Geometry on Outdoor Thermal Comfort in a Hot Dry Climate: A study in Fez, Morocco*".
- Kakon, Noori, A., Mishima, Nobuo, (2012), "*The Effects of Building Form on Microclimate and Outdoor Thermal Comfort in a Tropical City*", Journal of Civil Engineering and Architecture, Vol. 6, hal. 1492-1503.
- Koenigsberger, O.H., Ingersoll, T.G., Mayhew., Alan., Szokolay S.V., (1973), "*Manual of Tropical Housing and building*", Longman, London.
- Krishan, A., (2001), "*Climate Responsive Architecture*", Tata-Mc Graw Hill Publishing Company Limited, New Delhi.
- Latifa, N.L., (2015), "*Fisika Bangunan 1*", Griya Kreasi, Cibubur, Jakarta
- Lippsmeier, G., (1994), "*Bangunan Tropis*". Terjemahan Syahmir Nasution, Erlangga, Jakarta.
- Morrison, M.A., Dr. Andi Corry W., Dr. Farid Hamid U., (2012), "*Metode Penelitian Survey*", Prenada Media Group, Jakarta.
- Neuman, L., (1997), "*Social Research Methods: Qualitative and Quantitative Approaches in Social Works*", New York: Columbia University
- Niachou, K., Livada, I., Santamouris, M., (2008), "*Experimental study of temperature and airflow distribution inside an urban street canyon during hot summer weather conditions. Part I: Airflow analysis*".
- Niachou, K., Livada, I., Santamouris, M., (2008), "*Experimental studi of temperature and airflow distribution inside an urban street canyon during hot summer weather conditions. Part II: Airflow analysis*"

- Oke, T.R., (2006), *“Towards A Better Scientific Communications In Urban Climate”*, Theoretical And Applied Climatology, Vol 84, Hal. 179-190
- Oke, T.R., (1981), *“Canyon geometry and the nocturnal urban heat island: Comparison of scale model and field observations”*
- Oke, T.R., (1988), *“Street design and urban canopy layer climate”*, *Energy and Buildings*, vol.11, pp.103–113
- Okeil, A., (2010) *“A holistic approach to energy efficient building forms”* *Energy and Buildings*, vol. 42, pp. 1437-1444
- Peraturan Daerah Kota Selatpanjang Nomor 09 Tahun 2015 Tentang *“Area Terbangun”*
- Priyadarsini, R., Wong, N., (2005) *“Parametric studies on urban geometry, airflow and temperature”* *International journal on architectural science*, vol. 6, no. 3, pp. 114-132.
- Rajagopalan, P., Kee Chuan Lim., Elmira Jamei., (2014), *“Urban Heat Island and Wind Flow Characteristics of a Tropical City”*, School of Architecture and Built Environment, Deakin University, 1 Gheringhap Street, Geelong, Australia.
- Sangkertadi, (2013), *“Kenyamanan Termis di ruang Luar Beriklim Tropis Lembab”*, Bandung: Penerbit Alfabeta.
- Santamouris, M., Asimakopoulos, D., (1997), *“Passive Cooling in Buildings”*, James & James (Science Publishers) Ltd, London.
- Santamouris, M., Papanikolaou, I., Koronakis, I., Livada, Asimakopoulos, D., (1999), *“Thermal and air flow characteristics in a deep pedestrian canyon under hot weather conditions,”* *Atmospheric Environment*, vol. 33, pp.4503-4521
- Santosa, M., (1993), *“Climatic Design for Warm Humid Climates”*, In Aynsley R (ed), *Proceeding Seminar and Workshops on Tropical Architecture (AITA)* Townsville, James Cook University, Townsville.
- Shishegar, N., (2013), *“Street Design and Urban Microclimate: Analyzing the Effects of Street Geometry and Orientation on Airflow and Solar Access in Urban Canyons”* *Journal of Clean Energy Technologies*, Vol. 1, No. 1.
- Satwiko, P., (2009), *“Fisika Bangunan”*, Penerbit Andi, Yogyakarta.
- SNI 03 – 6572 - 2001

- Sulistijowati, (1991), "*Tipologi Arsitektur Pada Rumah Kolonial Surabaya*", Studi Kasus: Perumahan Plampitan dan Sekitarnya. Laporan Penelitian. FTSP ITS, Surabaya.
- Supriharyono, (2007), "*Konservasi Ekosistem Sumber Daya Hayati*", Pustaka Pelajar. Yogyakarta: 428 hal.
- Szokolay, S.V., (1981), "*Environmental Science Handbook for Architects and Designers*", The Construction Press London.
- Takkanon, P., (2016), "*Study of Height to Width Ratios and Urban Heat Island*", International Conference on Countermeasures to Urban Heat Island, National University of Singapore.
- Thomas, R., Fordham, M., (2003), "*Sustainable Urban Design: An environmental approach*". London and New York: E & FN Spon.
- Vardoulakis, S., Fisher B.E.A., Perikleous K., Gonzalez, F.N., (2003), "*Modelling air quality in street canyons: a review*".
- [http://www. Climatedata.org](http://www.Climatedata.org). akses 15 april 2016
- https://id.wikipedia.org/wiki/Selatpanjang_%28kota%29 akses: 15 april 2016.
- <http://www.envimet.com> akses 13 april 2017

LAMPIRAN

Lampiran 1. Tabel iklim Makro Kota Selatpanjang (BMKG Provinsi Riau)

NO	BULAN	2012			2013			2014			2015			2016		
		T	V	RH	T	V	RH	T	V	RH	T	V	RH	T	V	RH
1	JANUARI	27,5	7	76	27,8	6	79				27,4	7	77	28	6	80
2	FEBRUARI	27,4	6	69	27,6	5	81	28,3	6	75	28,3	7	73	28,1	5	80
3	MARET	27,4	6	74	28,7	6	80	28,9	8	74	28,4	7	70	29	7	75
4	APRIL	27,7	5	74	28,7	6	81	28,6	6	80	28,5	6	78	28,9	6	78
5	MEI	27,8	6	73	28,8	6	78	28,4	5	82	29,9	8	74	28,3	6	83
6	JUNI	27,8	6	72	30,1	10	74	29,5	7	74	-	-	-	27,5	6	77
7	JULI	27,7	6	75	27,6	5	85	29,3	7	74	-	-	-	28,5	6	79
8	AGUSTUS	27,4	5	75	27,6	5	83	27,8	6		-	-	-	28,5	6	76
9	SEPTEMBER	27,9	6	73	27,1	6	79	-	6	57	26,2	5	76,6	27,5	6	83
10	OKTOBER	27,7	5	77	28,2	5	79	-	6	72		5		28,2	7	78
11	NOVEMBER	27,5	6	77	27,8	6	81	-	6	79	28,9	5	74,3	27,8	6	82
12	DESEMBER	27,6	6	76	28,7	6	82	27,5	-	-	28,1	6	81,3	27,6	8	81

THN	JAN	FEB	MAR	APR	MEI	JUNI	JULI	AGS	SEP	OKT	NOP	DES
2012	81.7	143.2	299.2	232.3	267.6	2.4	193.9	129.4	240.9	696.8	321.5	365.7
2013	83.5	518.8	2.1	122	139.9	32	44.8	139.4	291.2	139.2	172.3	39.5
2014	1.4	0.8	38	44.2	60.2	157.6	24.2	135.4	132	112.1	136.6	64
2015	0.9	92.5	50.6	110.8	37.6	165.6	88.3	87.1	44.5	143.9	422.5	67.8
2016	91.3	63.4	46.6	236.5	242.5	56.4	52.8	27.88	107	109.2	221.5	68.4

Lampiran 2: Tabel hasil pengukuran lapangan (Iklim Mikro)

	Imam bonjol (desain canyon 1) - 50 m		Imam bonjol (desain canyon 3) - 250 m
	Imam bonjol (desain canyon 2) - 150 m		Imam bonjol (desain canyon 4) - 350 m

WAKTU	TEMPERATUR UDARA											
	T1			T2			T3			T4		
	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata
08.00	28,5	26,8	27,8	28,7	27	27,9	28,5	26,8	27,6	28,4	27	27,9
10.00	31,5	27,8	30,3	32,2	28,4	30,5	31,9	27,9	30,2	32,4	28,2	30,5
12.00	35,1	28,9	32,6	35,7	30,5	32,8	35,4	31	33,5	35,6	30,1	33,5
14.00	35,1	33,4	34	35,1	32,9	34	37,4	33,4	35,4	37,2	33,1	34,7
16.00	34,4	31,8	33,1	34	32	32,9	35,4	32,6	33,6	34,5	31,6	33,1
18.00	32,3	31,4	31,8	31,9	30,1	31,2	32,2	29	31,6	32	28,2	30,6
20.00	30,7	28,6	28,6	30,6	28,8	29,7	30,3	28,8	29,6	30,1	28,6	29,3
22.00	29,5	28,1	28,8	29,6	28	28,8	29,6	27,8	28,8	29,7	27,9	28,9
24.00	28,7	28	28,3	28,2	27,7	27,9	28,3	27	27,7	27,9	27,4	27,6

Imam bonjol (desain canyon 1) - 50 m
 Imam bonjol (desain canyon 2) - 150 m

Imam bonjol (desain canyon 3) - 250 m
 Imam bonjol (desain canyon 4) - 350 m

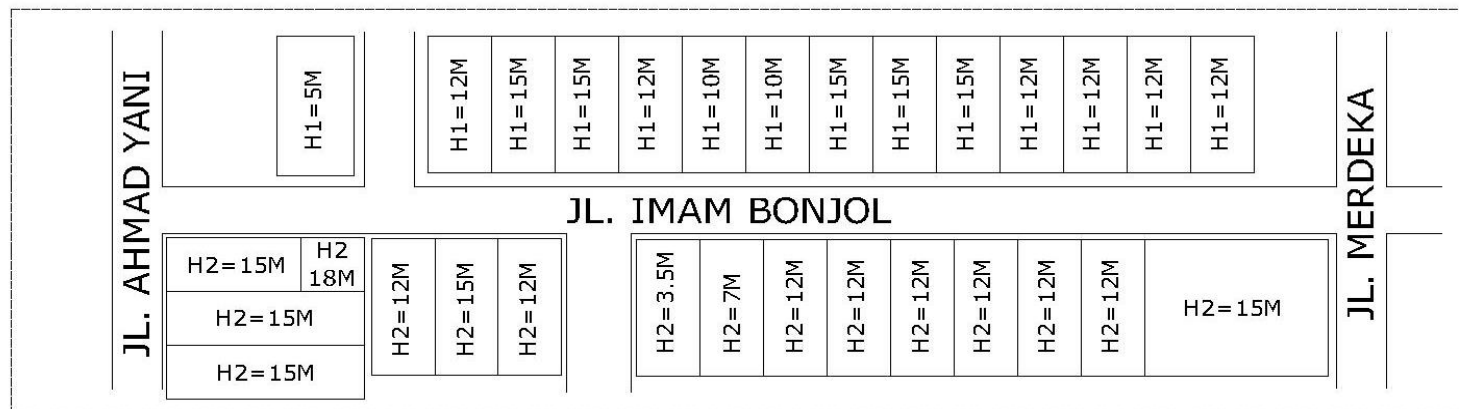
WAKTU	KELEMBABAN UDARA											
	T1			T2			T3			T4		
	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata
08.00	85	75	80	84	71	78,7	87	74	80.2	86	74	80.2
10.00	77	58	67	74	56	65	82	59	69	78	54	66,5
12.00	70	45	56	65	50	56.2	69	42	52,5	68	48	54,5
14.00	50	43	48	54	45	49.2	49	44	46,2	57	41	47,5
16.00	59	49	52	66	50	55,5	64	45	54,5	60	48	54
18.00	66	57	60	71	60	63	75	54	60,5	78	60	66,2
20.00	71	61	65	71	66	68.7	72	69	70	73	69	71,5
22.00	76	72	73	81	72	75.2	80	68	72,5	81	70	75,2
24.00	81	74	77.88	83	75	78	82	72	76,7	83	75	78,5

Imam bonjol (desain canyon 1) - 50 m
 Imam bonjol (desain canyon 2) - 150 m

Imam bonjol (desain canyon 3) - 250 m
 Imam bonjol (desain canyon 4) - 350 m

WAKTU	KECEPATAN ALIRAN UDARA											
	T1			T2			T3			T4		
	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata	Max	Min	Rata-rata
08.00	1.5	0.3	0.7	1.8	0.1	0.7	1.1	0.1	0.4	1.3	0.1	0.7
10.00	0.9	0.3	0.8	0.9	0.2	0.6	0.5	0.1	0.4	0.8	0.5	0.7
12.00	0.8	0.2	0.5	1.3	0.1	0.5	0.6	0.3	0.3	0.7	0.2	0.4
14.00	0.8	0.1	0.3	0.8	0.4	0.4	0.6	0.1	0.2	0.8	0.2	0.2
16.00	1.7	0.6	0.7	1.1	0.3	0.6	1	0.4	0.7	1.4	0.1	0.5
18.00	0.5	0.1	0.3	0.6	0.3	0.4	1	0.1	0.3	0.5	0.1	0.2
20.00	1	0.3	0.5	0.7	0.1	0.3	0.3	0.2	0.2	0.9	0.1	0.4
22.00	0.5	0.1	0.3	1.2	0.1	0.4	1	0.2	0.5	0.6	0.4	0.2
24.00	0.4	0.2	0.4	0.3	0.1	0.2	0.5	0.2	0.3	0.5	0.1	0.2

Lampiran 3: H/W dan L/W desain *canyon* 1

Desain *Canyon* 1 - titik 1 (Panjang: 104 Meter)

Lebar bangunan rata-rata: 5 meter, W= 5 meter (Tidak ada GSB)

1. tinggiH1 =	tinggi 12	=6 bangunan	=30 Meter	= 3.46
	tinggi 15	=5 bangunan	=25 Meter	= 3.60
	tinggi 10	=2 bangunan	=10 meter	= 0.96
	tinggi 5	=1 bangunan	=20 meter	= 0.96

› H1= 8.98

(non bangunan: Jalan: 4 meter
halaman vihara:15 meter)

$$\begin{aligned} H/W &= (H_1 + H_2/2)/W \\ &= 2.14 \end{aligned}$$

2. tinggiH2 =	tinggi 12 = 8 bangunan	= 40 meter	= 4.61
	tinggi 15(dinding samping)	= 30 meter	= 4.32
	tinggi 15 = 3 bangunan	= 15 meter	= 2.16
	tinggi 18 = 1 bangunan	= 5 meter	= 0.86
	tinggi 3.5 = 1 bangunan	= 5 meter	= 0.16
	tinggi 7 = 1 bangunan	= 5 meter	= 0.33
	(non bangunan: jalan: 4 meter)		

$$L/W = 20.8$$

(Takkanon, 2016)

H2= 12.44 (Hang dkk, 2010)

Lampiran 4: H/W dan L/W desain *canyon* 2

The diagram shows a street layout for Jl. Imam Bonjol. The street is 12M wide. On the left side, there are 10 building footprints, each 9M wide. On the right side, there are 10 building footprints, each 7M wide. The total width of the area shown is 19M (9M + 12M + 7M).

Side	Building Width (M)	Number of Buildings
Left	9	10
Street	12	1
Right	7	10

Desain *Canyon* 2 - titik 2 (Panjang: 110 meter)

Lebar bangunan rata-rata: 5 meter, $W = 5$ meter (Tidak ada GSB)

1. tinggiH1 = tinggi 7 = 5 bangunan = 25 meter = 1.59
tinggi 12 = 6 bangunan = 35 meter = 3.81
tinggi 15 = 6 bangunan = 30 meter = 4.09
tinggi 5 = 1 bangunan = 5 meter = 0.22
tinggi 10 = 1 bangunan = 5 meter = 0.45
tinggi 8 = 1 bangunan = 5 meter = 0.36
(non bangunan: bangunan terbakar: 5 meter)

H1= 10.52

$$\begin{aligned} H/W &= (H_1 + H_2/2)/W \\ &= 1.72 \end{aligned}$$

2. tinggiH2 =	tinggi 9	=1 bangunan	=5 meter	= 0.49
	tinggi 12	=5 bangunan	=25 meter	= 2.72
	tinggi 10	=2 bangunan	=10 meter	= 0.90
	tinggi 7	=3 bangunan	=15 meter	= 0.95
	tinggi 5	=6 bangunan	=30 meter	= 1.36
	tinggi 3.5	=1 bangunan	=5 meter	= 0.15
	tinggi 4	=1 bangunan	=5 meter	= 0.18

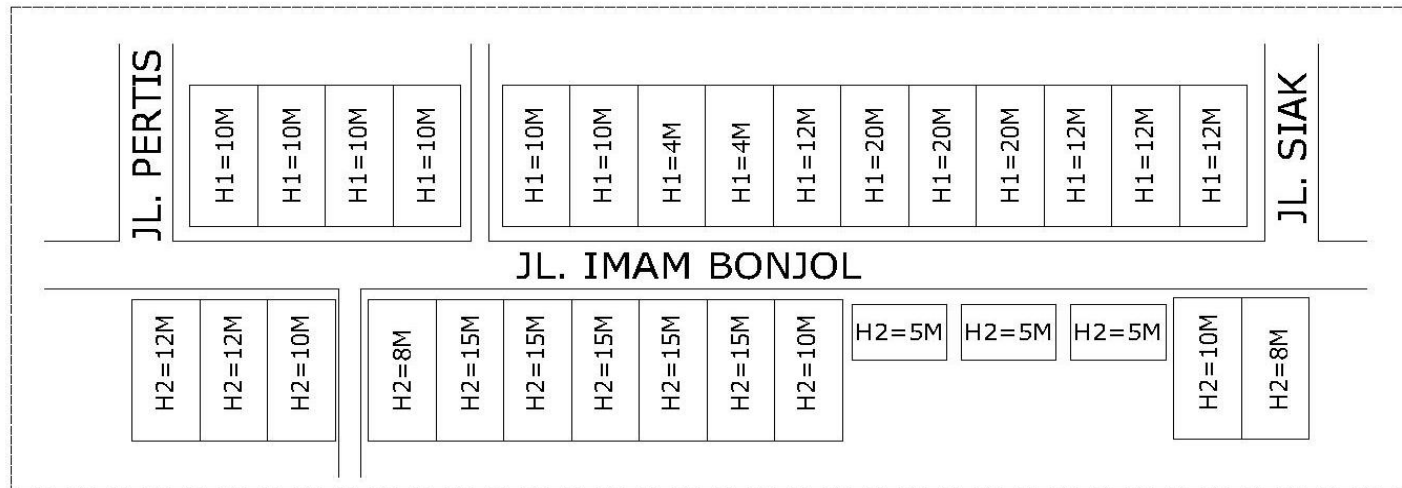
$$L/W = 22$$

(Takkanon, 2016)

H2= 6.75 (Hang dkk, 2010)

(non bangunan: jalan:2.5 meter, bangunan terbakar: 12 meter)

Lampiran 5: H/W dan L/W desain *canyon* 3



Desain *Canyon* 3 - titik 3 (panjang: 78 meter)

Lebar bangunan rata-rata: 5 meter, W= 8 meter (GSB: 2.5 Meter, L. jalan: 5 meter)

1. tinggi H1 =

tinggi 10	=6 bangunan= 30 meter	= 3.84
tinggi 12	=4 bangunan= 20 meter	= 3.07
tinggi 20	=3 bangunan= 15 meter	= 3.84
tinggi 4	=3 bangunan= 11 meter	= 0.56

 (non bangunan: jalan: 2 meter)

$$H1 = 11.31$$

$$H/W = (H1 + H2/2)/W$$

$$= 1.05$$
2. tinggi H2 =

tinggi 12	=2 bangunan=9 meter	= 1.38
tinggi 15	=5 bangunan=22.5 meter	= 4.32
tinggi 5	=5 bangunan=22.5 meter	= 1.44
tinggi 10	=3 bangunan=13.5 meter	= 1.73
tinggi 8	=2 bangunan=9 meter	= 0.92

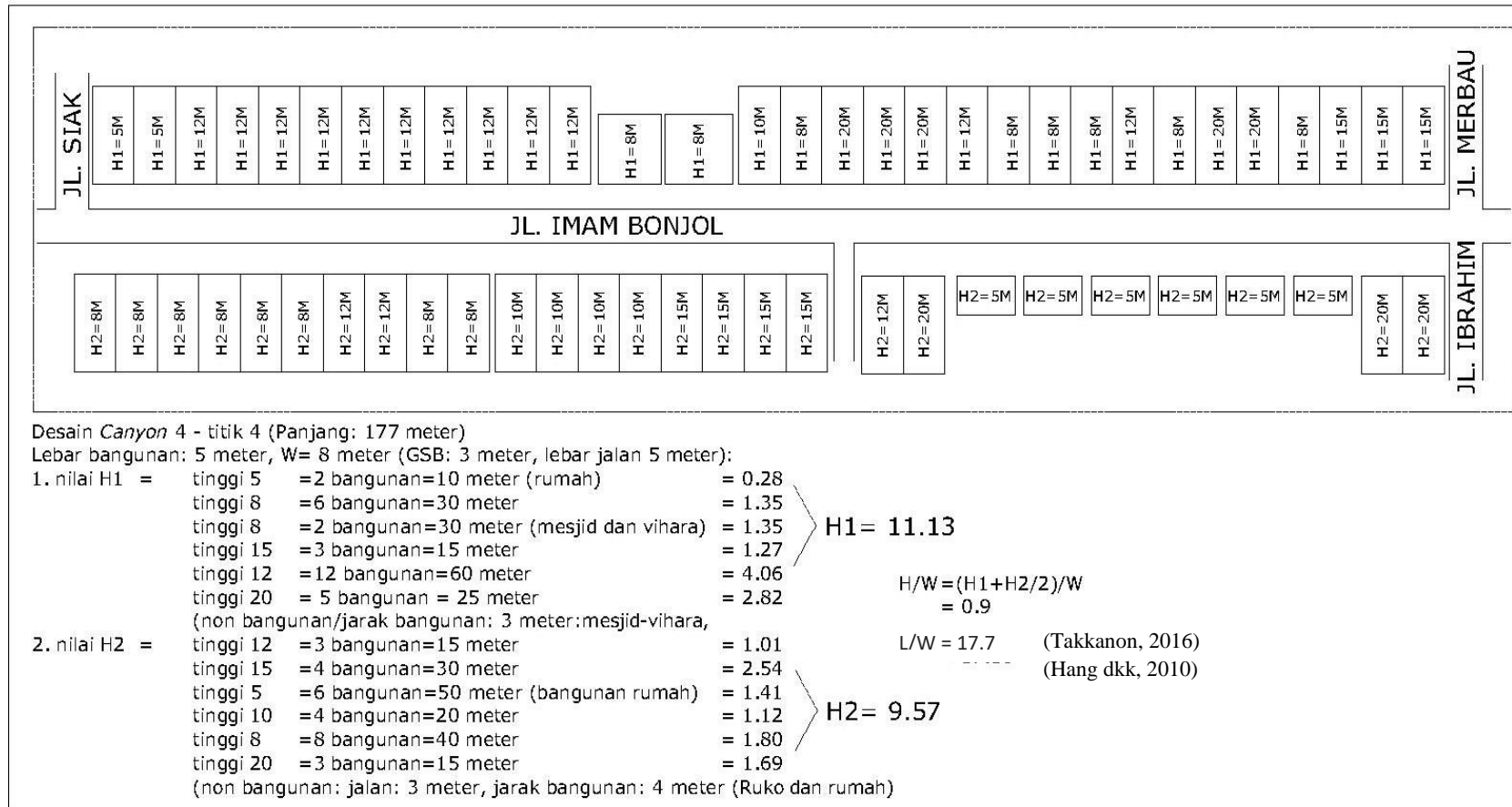
 (non bangunan: jalan: 2 meter)

$$L/W = 7.8$$

$$H2 = 9.79$$

(Takkanon, 2016)
 (Hang dkk, 2010)

Lampiran 6: *H/W* dan *L/W* desain *canyon* 4



Lampiran 7: Setting Program *ENVI-met V3.1* Sebelum Melakukan Simulasi

Change or create model Domain X

Number of grids and nesting properties

Main model area:

x-Grids: y-Grids: z-Grids:

Nesting grids around main area:

Nr of nesting grids:

Soil profile ID for nesting grids

Soil A:

Soil B:

Grid size and structure in main area

Size of grid cell in meter:

dx= dy= dz= (base height)

Method of vertical grid generation:

☒ equidistant (all dz are equal except lowest grid box)

☐ telescoping (dz increases with height)

Telescoping factor (%):

Start telescoping after height (m):

Model area description:

Geographic Properties

Model rotation out of grid north:

Location on earth

Name of location:

Position on earth:

Latitude (deg. +N, -S):

Longitude (deg. -W, +E):

Reference time zone:

Name:

Reference longitude:

Georeference

Co-ordinate of lower right grid

x-value:

y-value:

Reference system:

Create new area

Apply changes

Cancel

ENVI-met Configuration Editor - [New Config.cf]

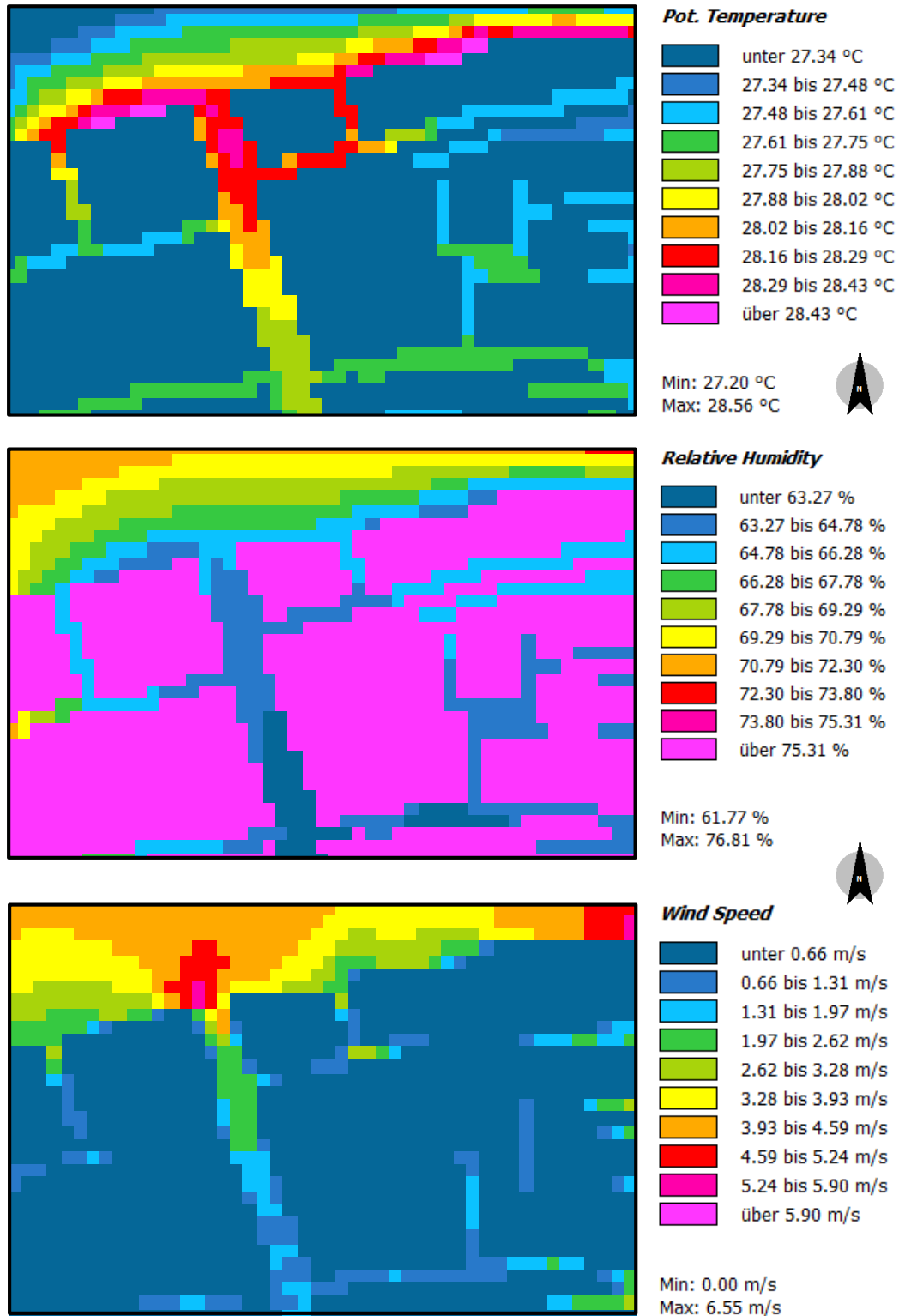
File Edit Add Section Help Window

```
% ---- Basic Configuration File for ENVI-met Version 3 -----%
% ---- MAIN-DATA Block -----%
Name for Simulation (Text):           =Model 1
Input file Model Area                 =C:\Users\LAST\Desktop\Simulasi boby baru\Skenario 1\TbpM1\Model 1.in
Filebase name for Output (Text):      =TbpM1
Output Directory:                    =C:\Users\LAST\Desktop\Simulasi boby baru\Skenario 1\TbpM1
Start Simulation at Day (DD.MM.YYYY): =15.06.2017
Start Simulation at Time (HH:MM:SS):  =08:00:00
Total Simulation Time in Hours:       =16.00
Save Model State each ? min          =120
Wind Speed in 10 m ab. Ground [m/s]  =7.2
Wind Direction (0:N..90:E..180:S..270:W..) =315
Roughness Length z0 at Reference Point =0.1
Initial Temperature Atmosphere [K]   =301
Specific Humidity in 2500 m [g Water/kg air] =7
Relative Humidity in 2m [%]           =74
Database Plants                      =C:\ENVI-met31\sys.basedata\Plants.dat

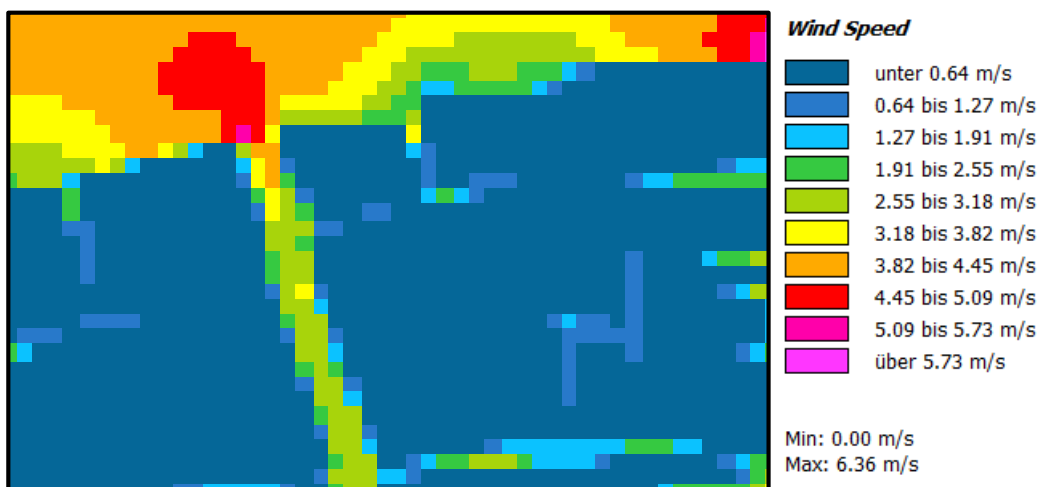
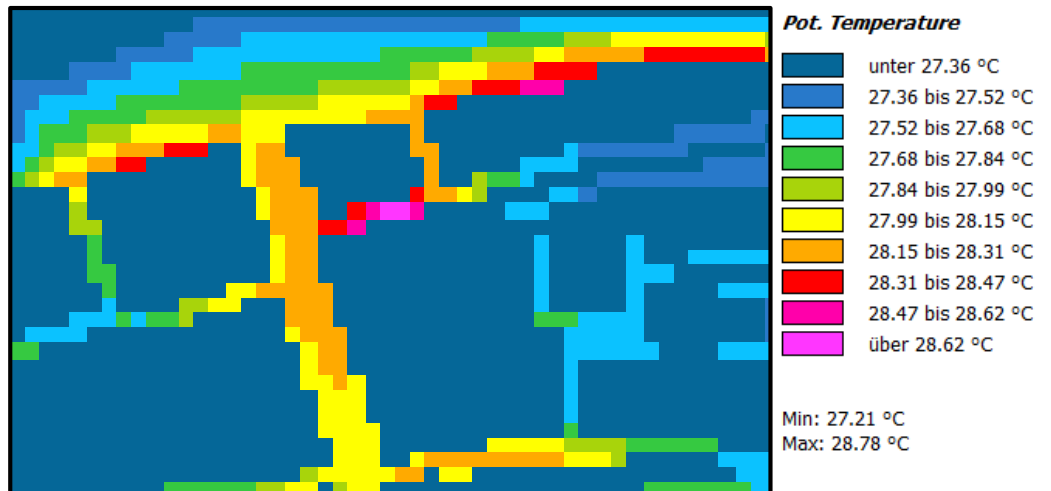
( -- End of Basic Data --)
( -- Following: Optional data. The order of sections is free. --)
( -- Missing Sections will keep default data. --)
( Use "Add Section" in ConfigEditor to add more sections )
( Only use "=" in front of the final value, not in the description)
( This file is created for ENVI-met V3.0 or better )
```

Lampiran 8: Hasil eksperimen model skenario 1 pada waktu ekstrim (Pukul 14.00)

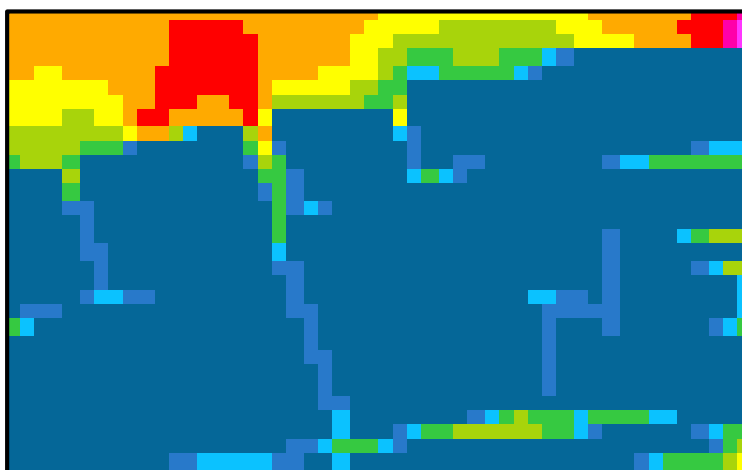
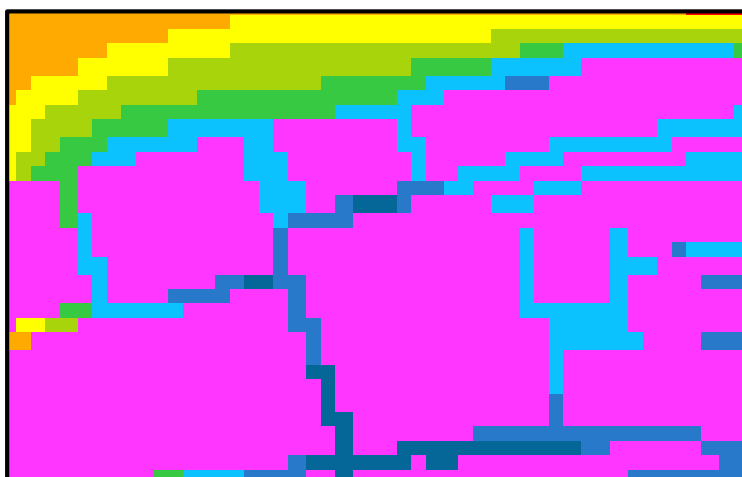
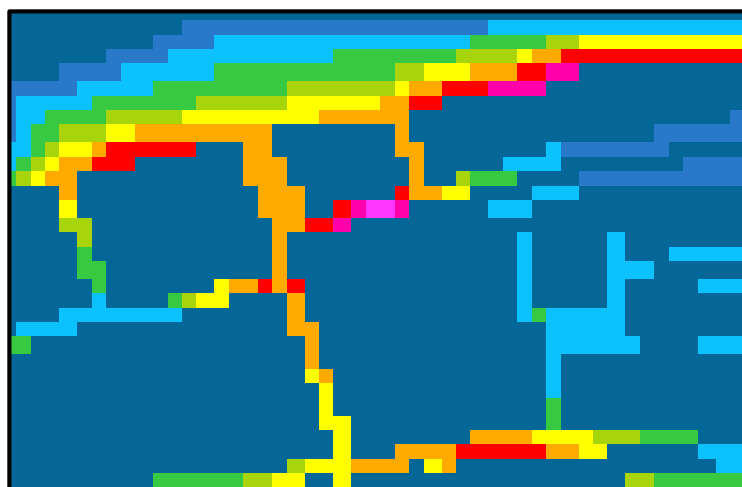
1. Model 1A



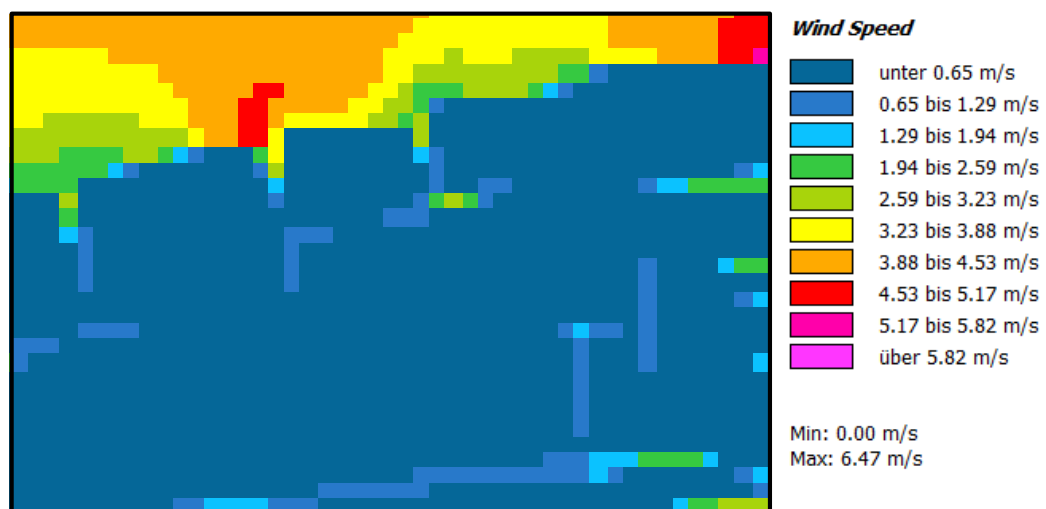
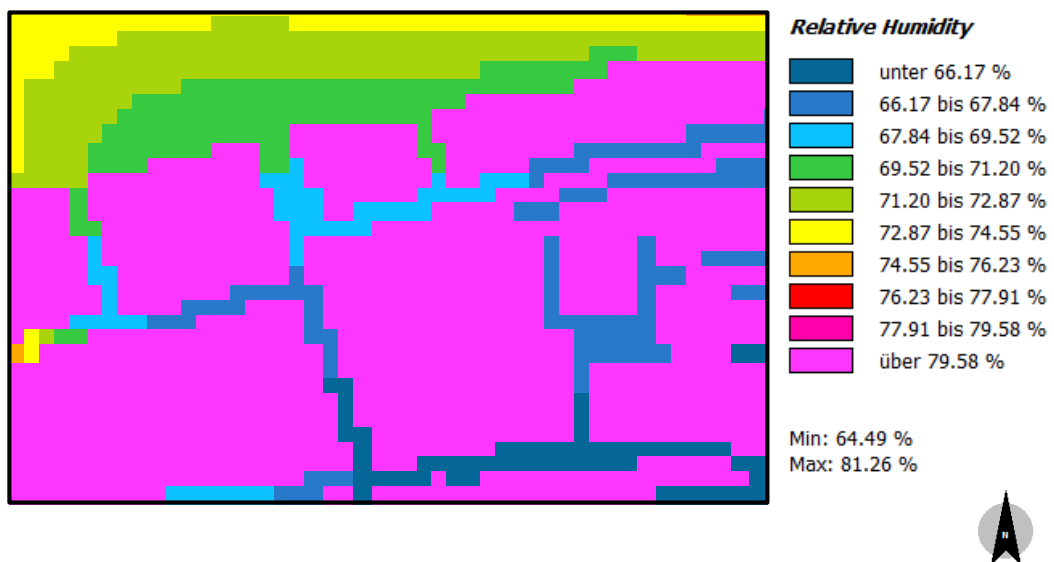
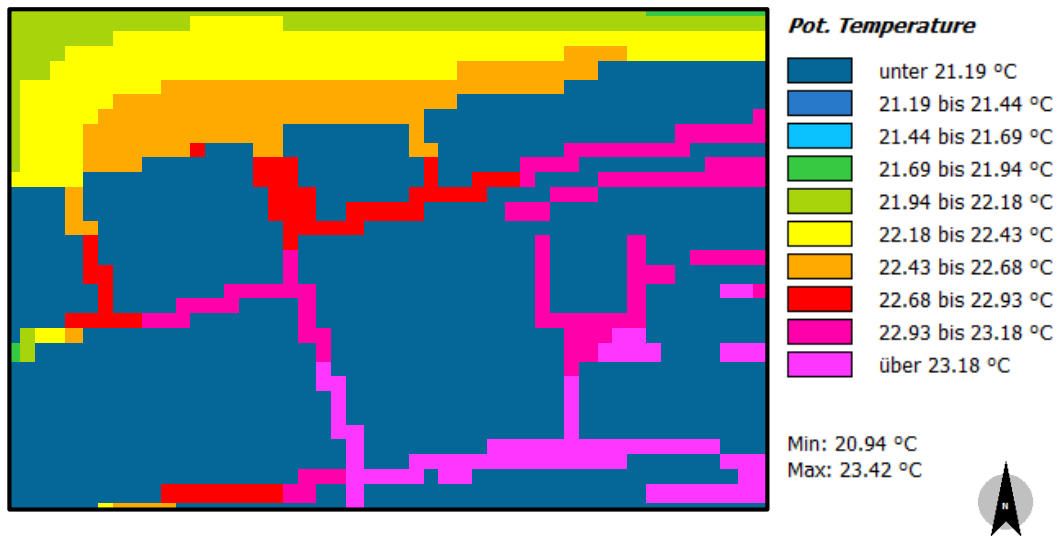
2. Model 1B



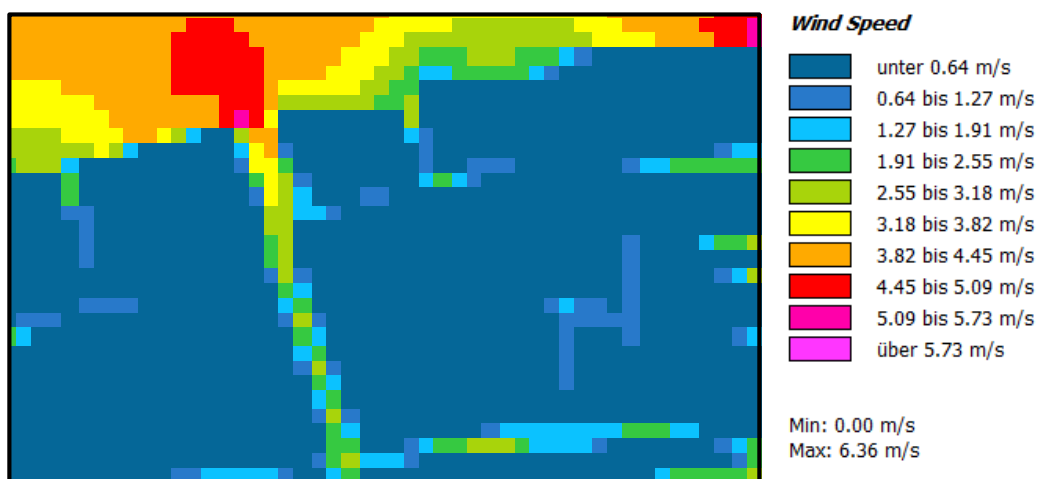
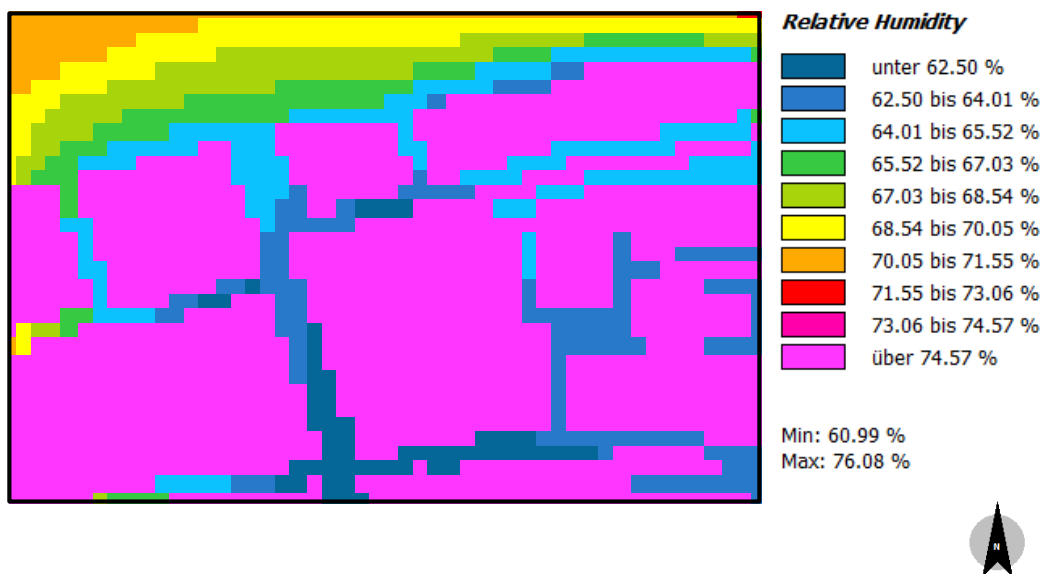
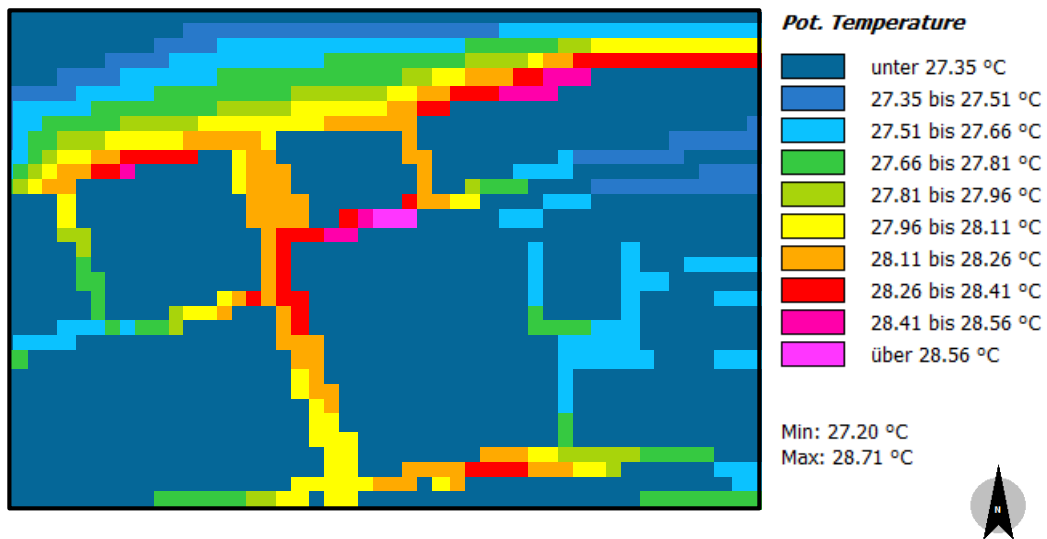
4. Model 1C



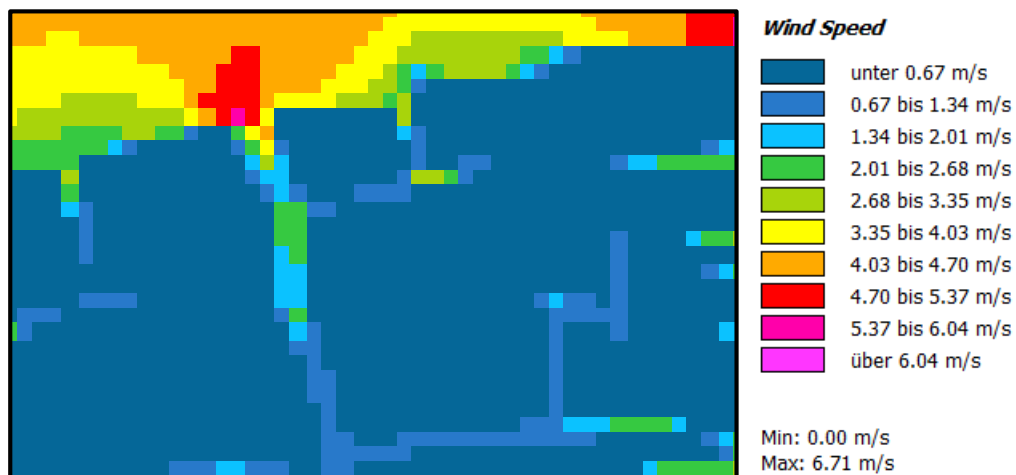
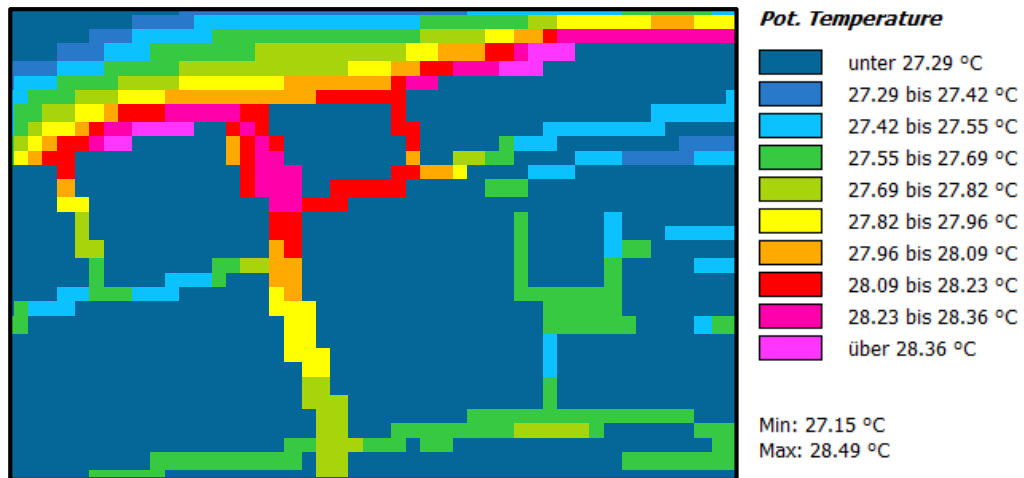
5. Model 1D



6. Model 1E

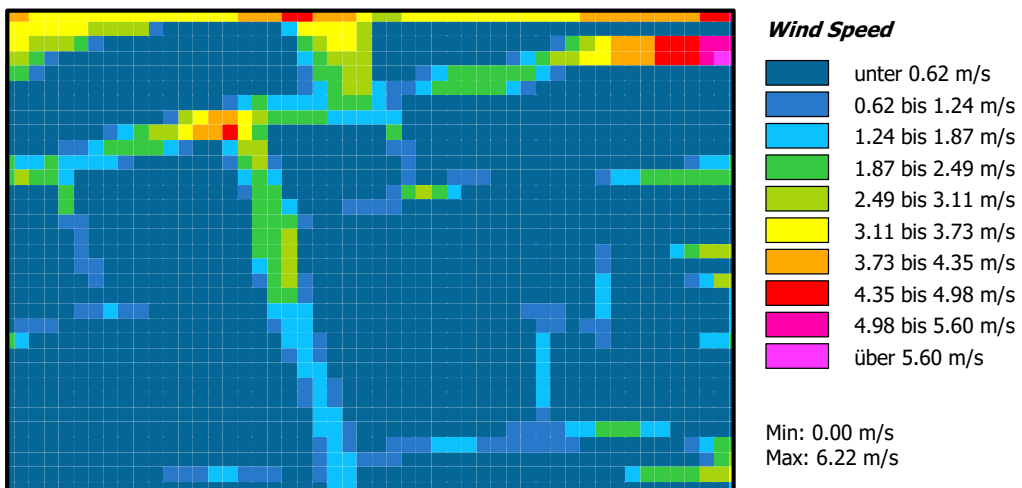
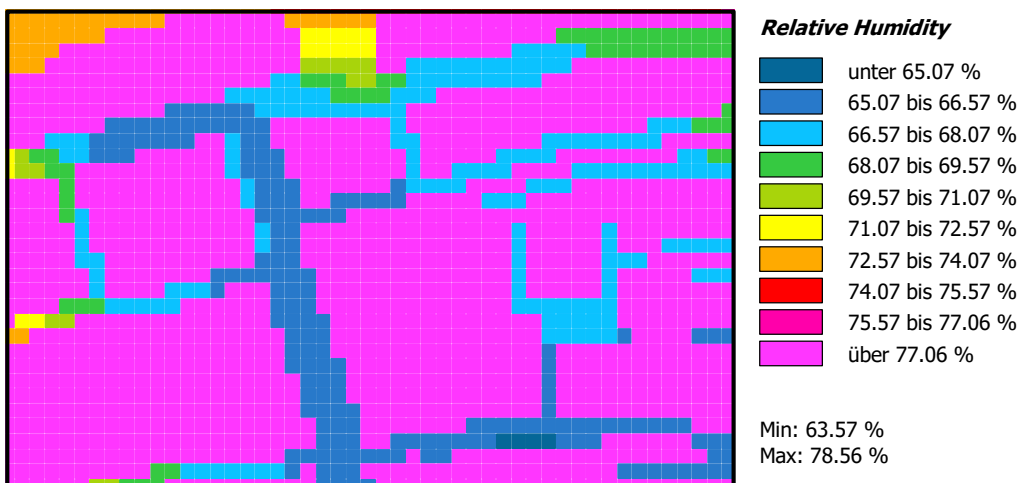
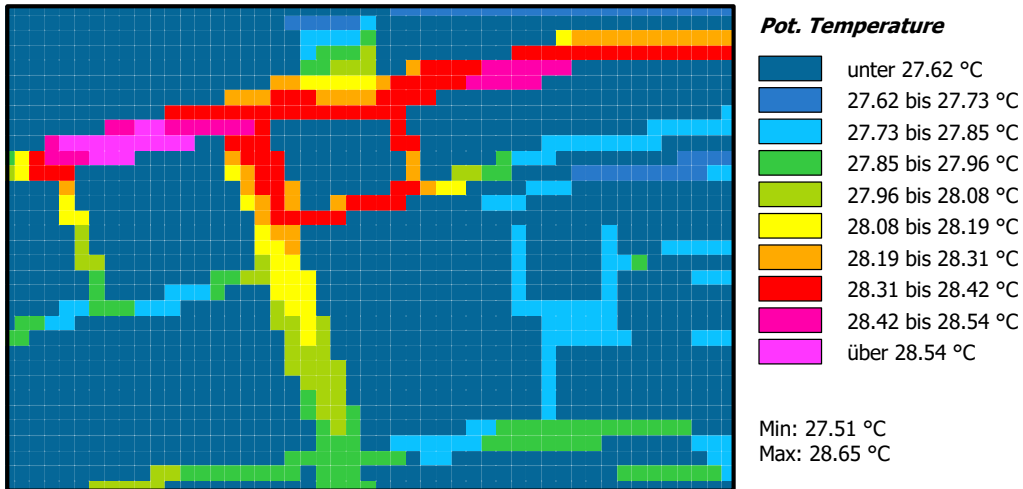


7. Model 1F

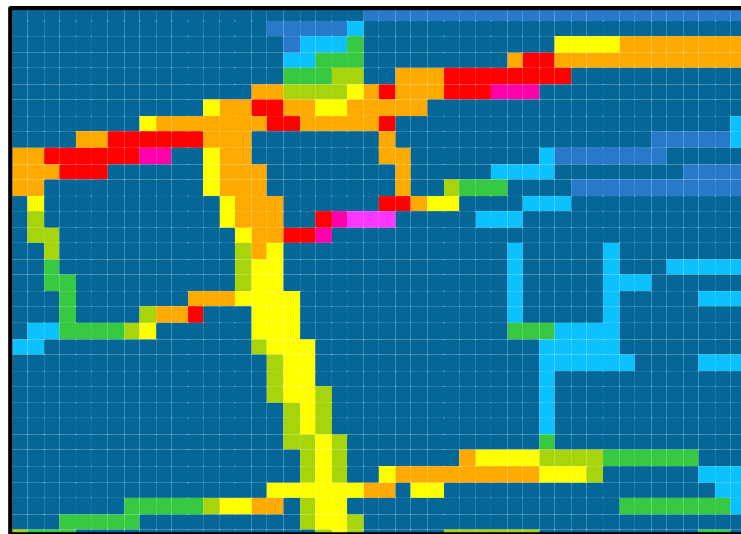


Lampiran 9: Hasil eksperimen model skenario 2 pada waktu ekstrim (Pukul 14.00)

1. Model 2A



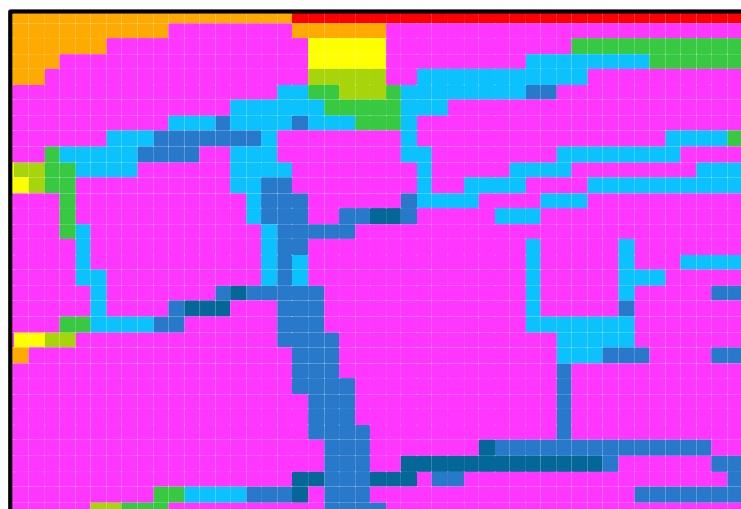
2. Model 2B



Pot. Temperature

unter 27.65 °C
27.65 bis 27.77 °C
27.77 bis 27.90 °C
27.90 bis 28.03 °C
28.03 bis 28.15 °C
28.15 bis 28.28 °C
28.28 bis 28.41 °C
28.41 bis 28.53 °C
28.53 bis 28.66 °C
über 28.66 °C

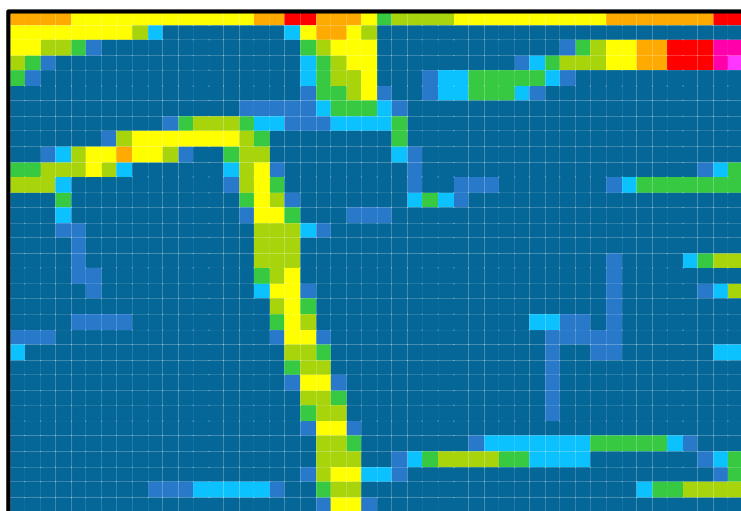
Min: 27.52 °C
Max: 28.79 °C



Relative Humidity

unter 64.51 %
64.51 bis 65.99 %
65.99 bis 67.48 %
67.48 bis 68.97 %
68.97 bis 70.45 %
70.45 bis 71.94 %
71.94 bis 73.43 %
73.43 bis 74.91 %
74.91 bis 76.40 %
über 76.40 %

Min: 63.02 %
Max: 77.88 %

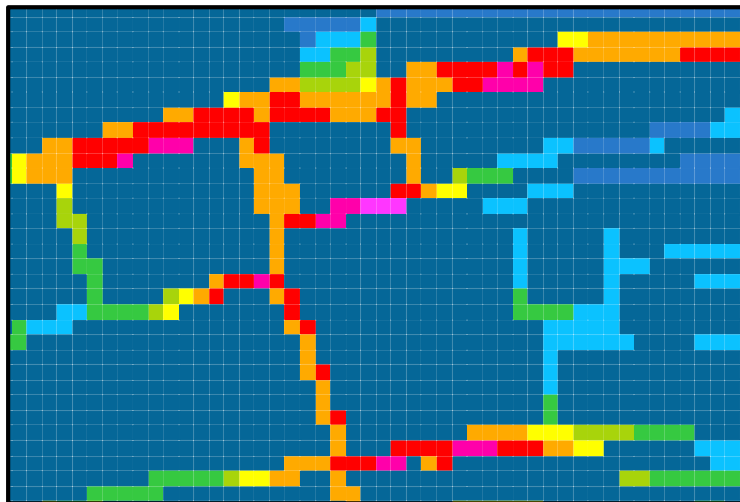


Wind Speed

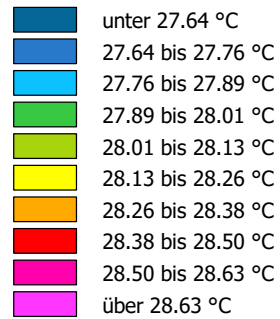
unter 0.61 m/s
0.61 bis 1.21 m/s
1.21 bis 1.82 m/s
1.82 bis 2.42 m/s
2.42 bis 3.03 m/s
3.03 bis 3.63 m/s
3.63 bis 4.24 m/s
4.24 bis 4.84 m/s
4.84 bis 5.45 m/s
über 5.45 m/s

Min: 0.00 m/s
Max: 6.05 m/s

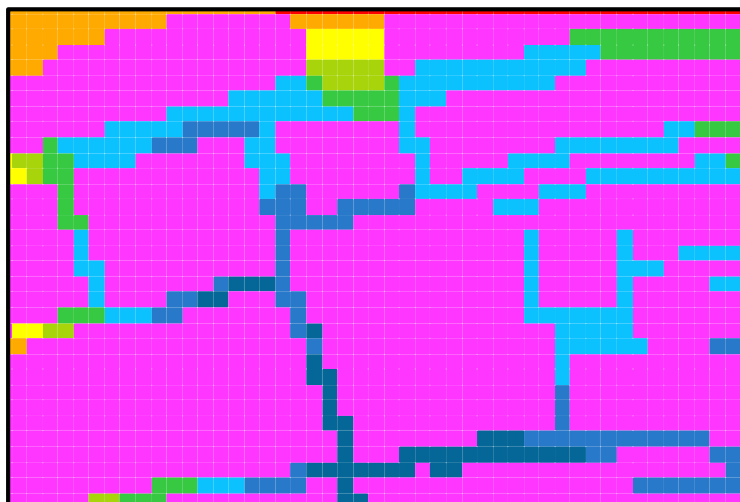
3. Model 2C



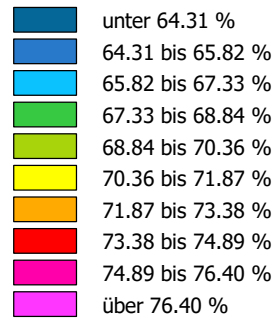
Pot. Temperature



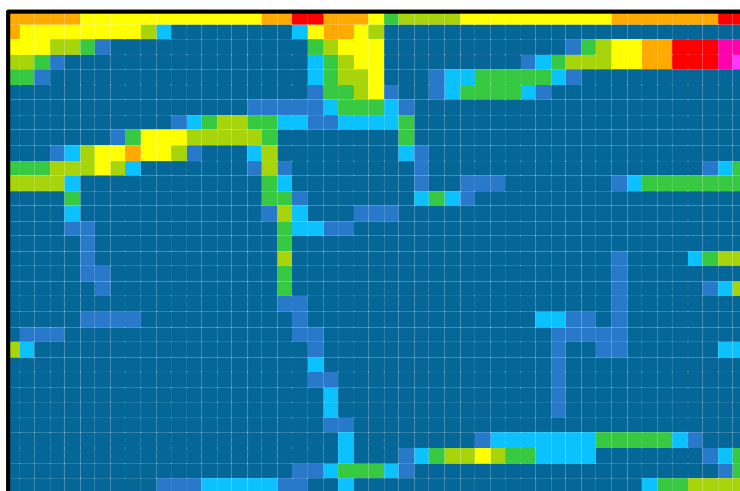
Min: 27.51 °C
Max: 28.75 °C



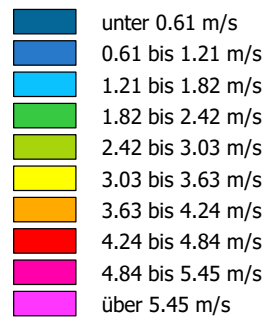
Relative Humidity



Min: 62.80 %
Max: 77.91 %

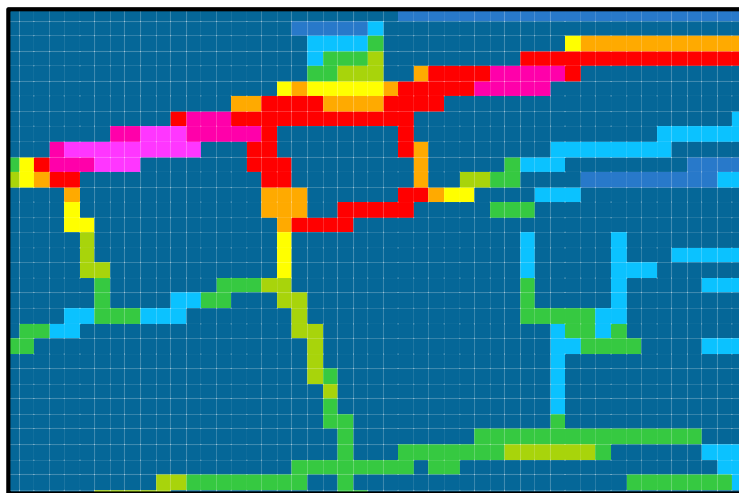


Wind Speed

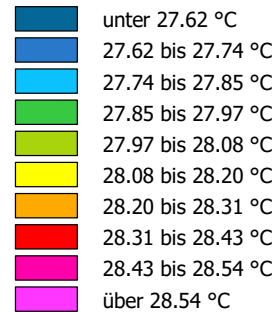


Min: 0.00 m/s
Max: 6.05 m/s

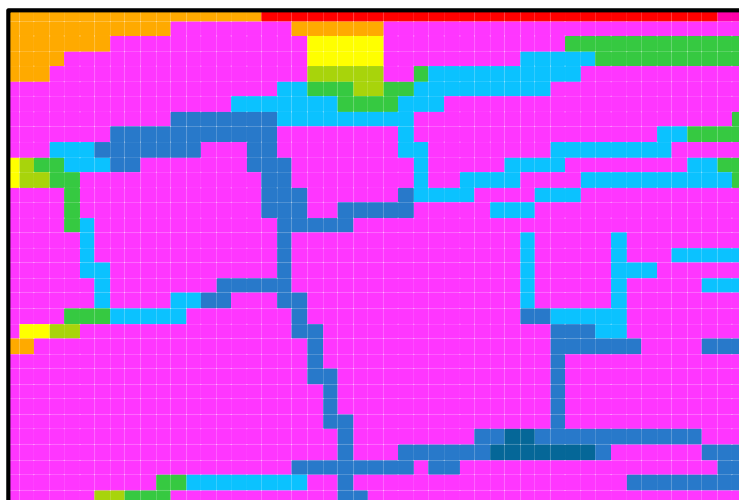
4. Model 2D



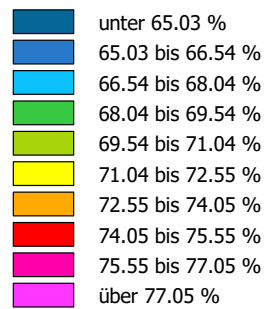
Pot. Temperature



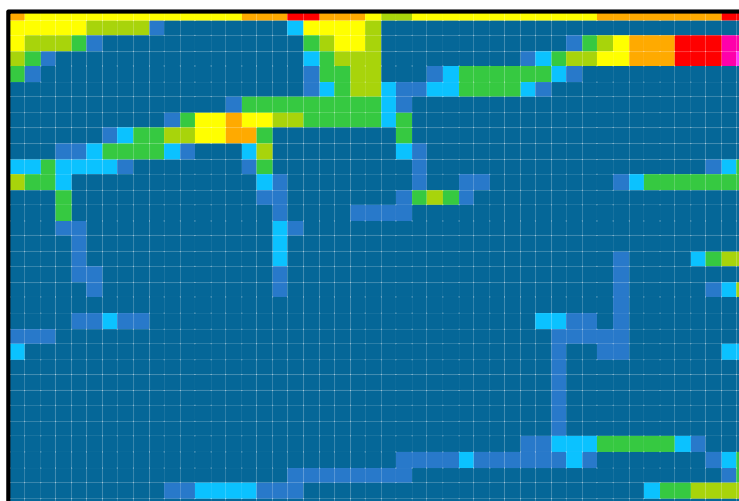
Min: 27.51 °C
Max: 28.66 °C



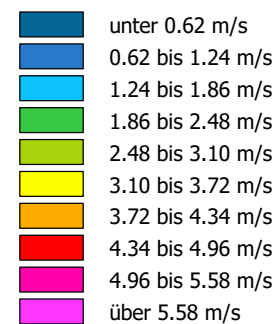
Relative Humidity



Min: 63.53 %
Max: 78.56 %

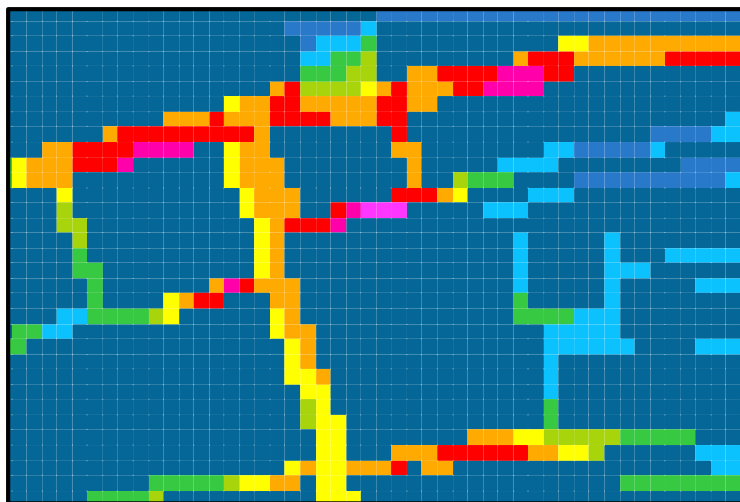


Wind Speed

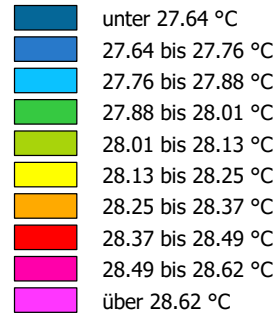


Min: 0.00 m/s
Max: 6.20 m/s

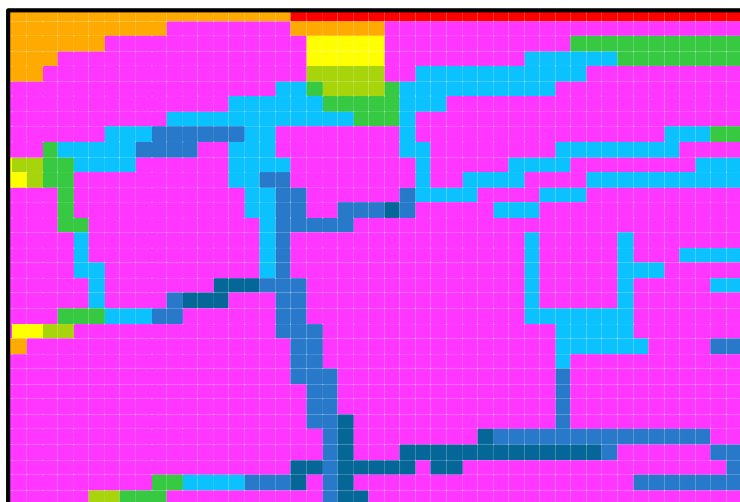
5. Model 2E



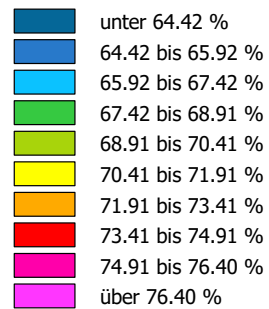
Pot. Temperature



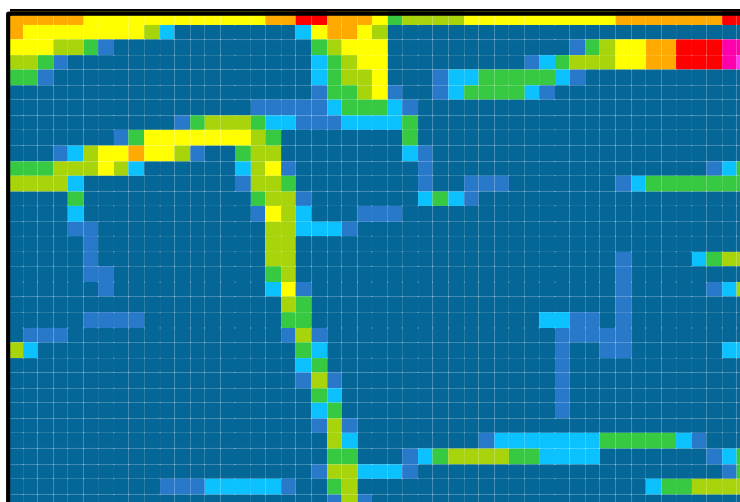
Min: 27.52 °C
Max: 28.74 °C



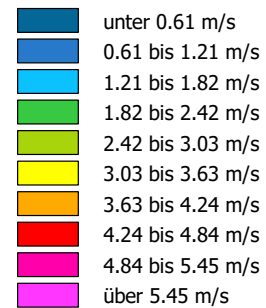
Relative Humidity



Min: 62.92 %
Max: 77.90 %

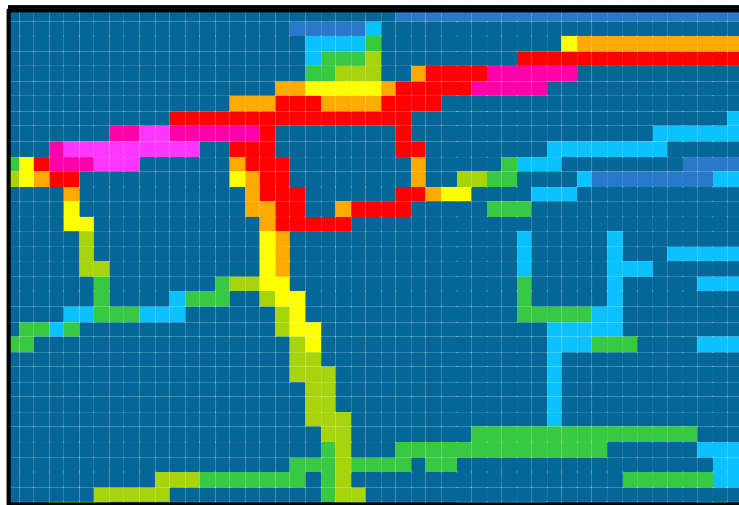


Wind Speed

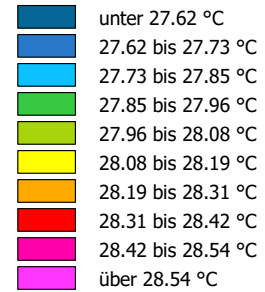


Min: 0.00 m/s
Max: 6.06 m/s

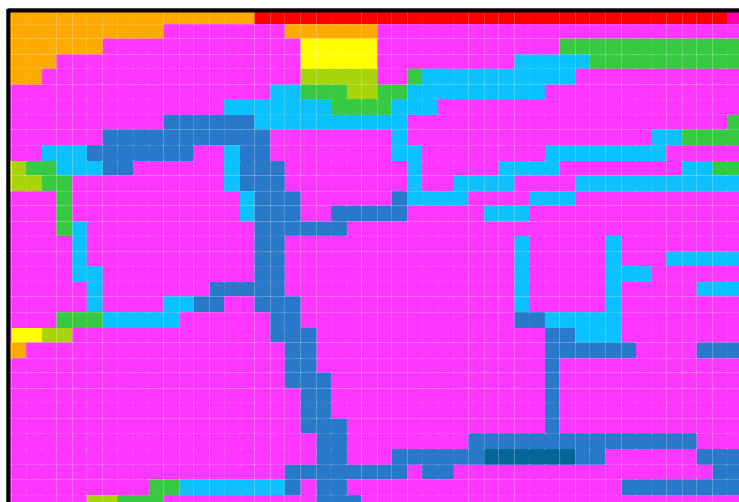
6. Model 2F



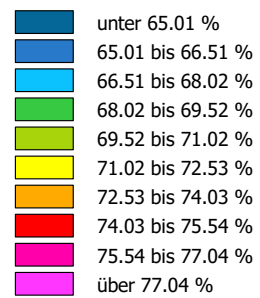
Pot. Temperature



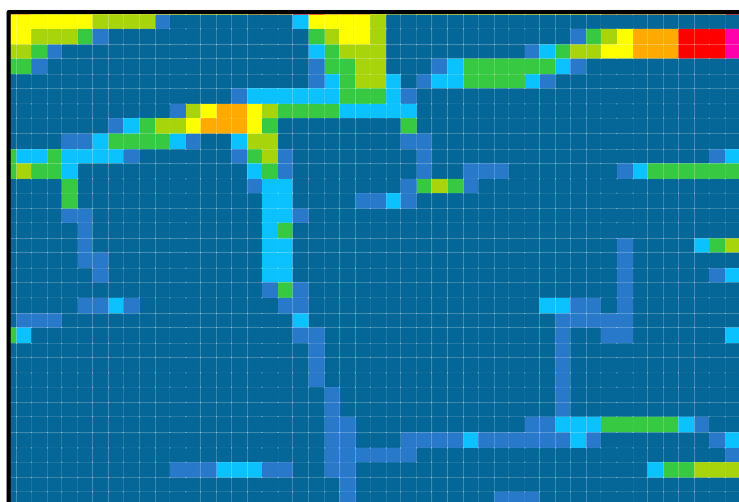
Min: 27.50 °C
Max: 28.65 °C



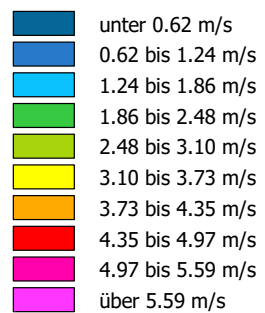
Relative Humidity



Min: 63.51 %
Max: 78.54 %



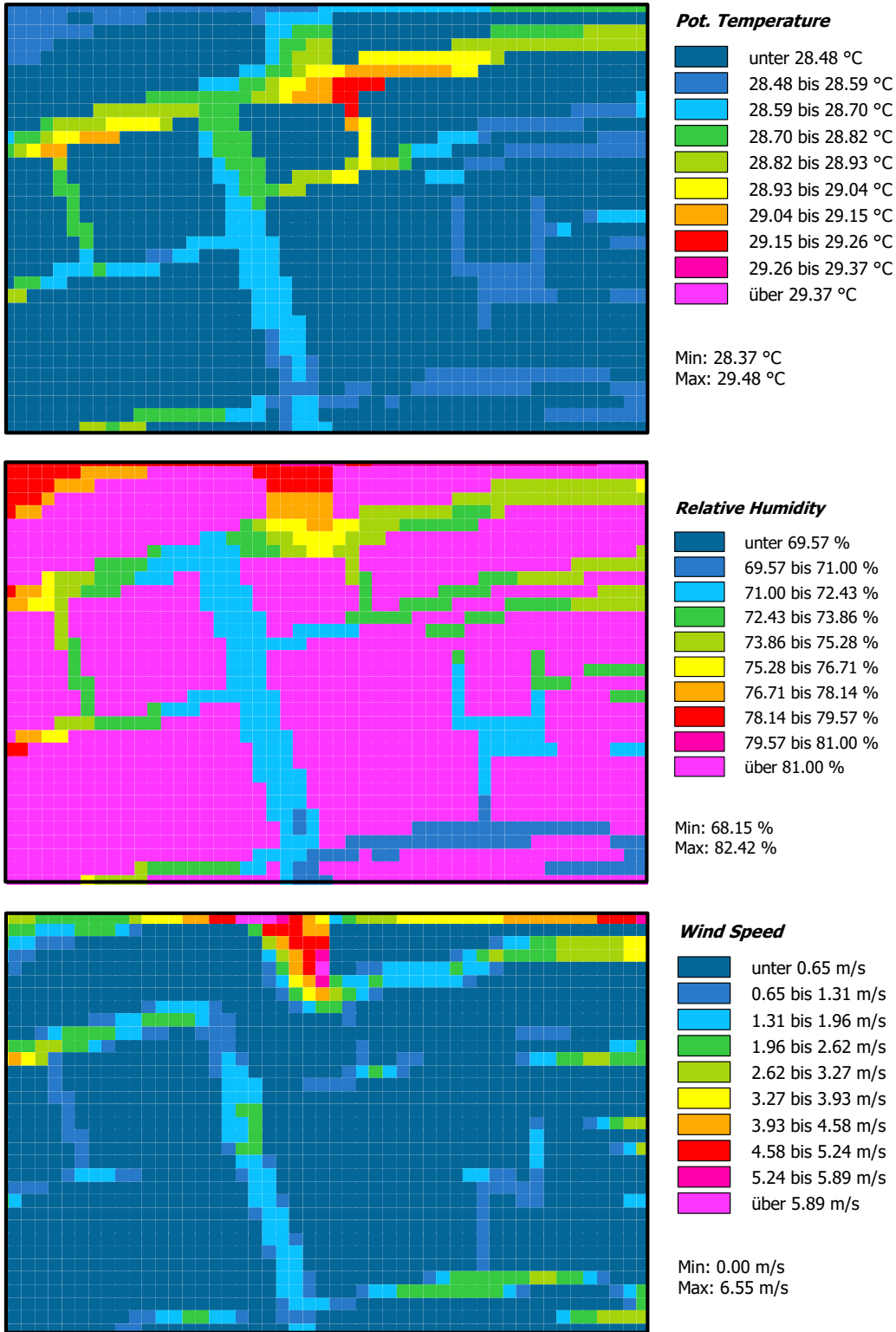
Wind Speed



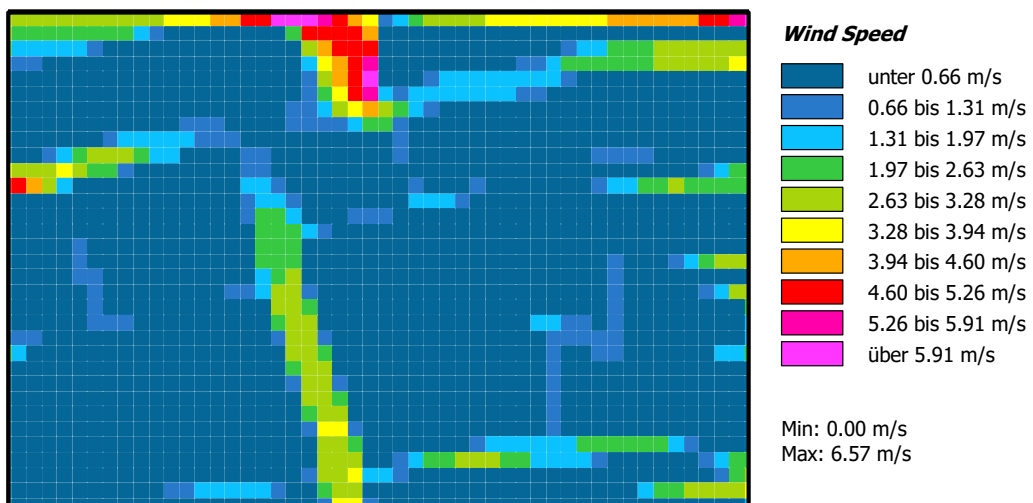
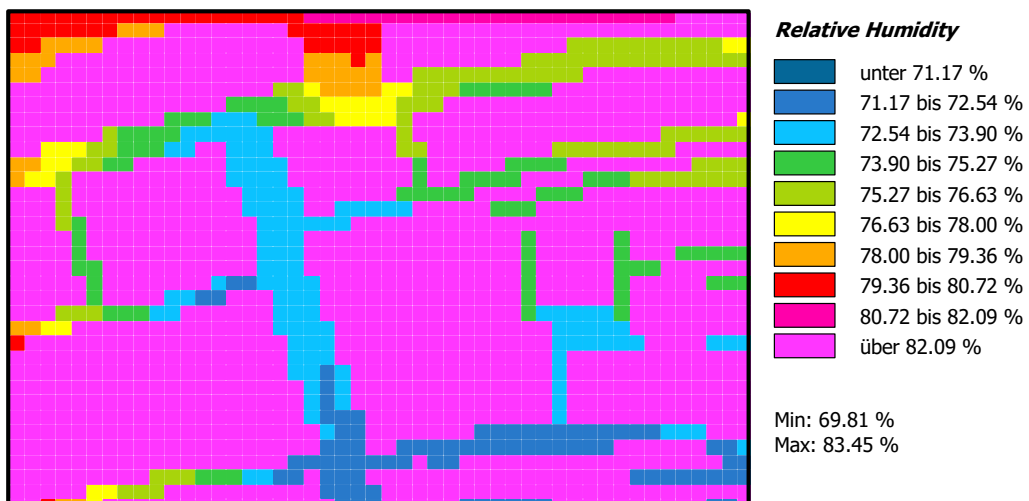
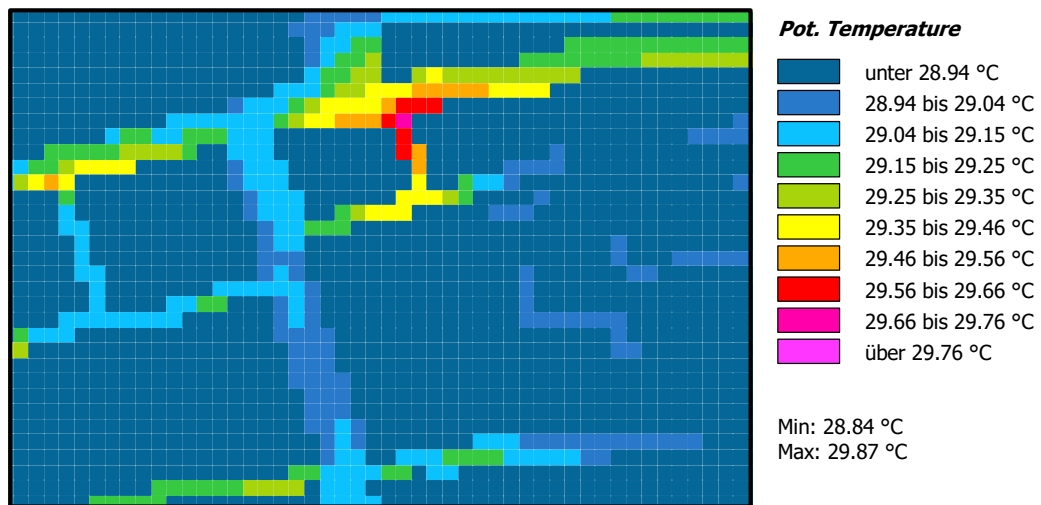
Min: 0.00 m/s
Max: 6.21 m/s

Lampiran 10: Hasil eksperimen model skenario 3 pada waktu ekstrim (Pukul 14.00)

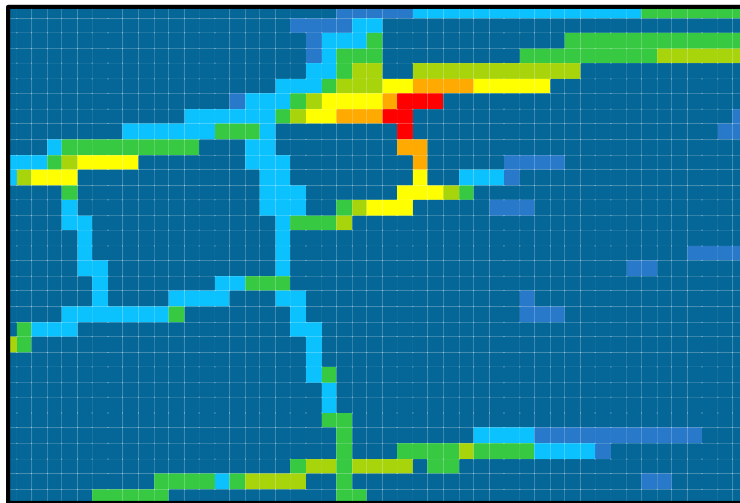
1. Model 3A



2. Model 3B



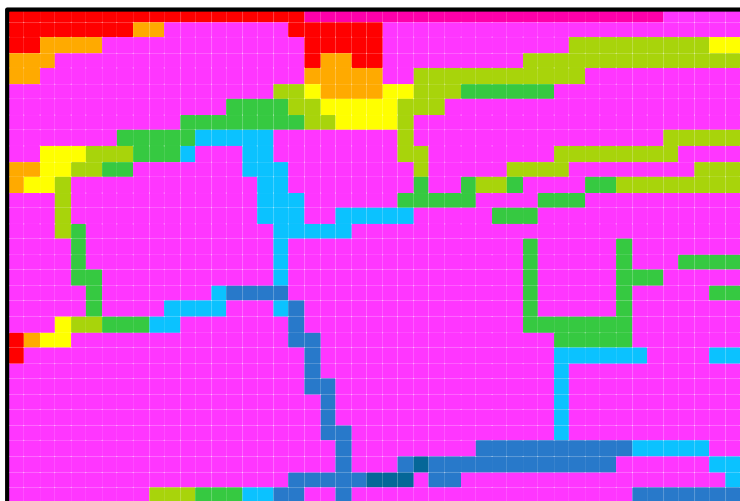
3. Model 3C



Pot. Temperature

unter 28.95 °C
28.95 bis 29.05 °C
29.05 bis 29.16 °C
29.16 bis 29.26 °C
29.26 bis 29.36 °C
29.36 bis 29.46 °C
29.46 bis 29.56 °C
29.56 bis 29.66 °C
29.66 bis 29.76 °C
über 29.76 °C

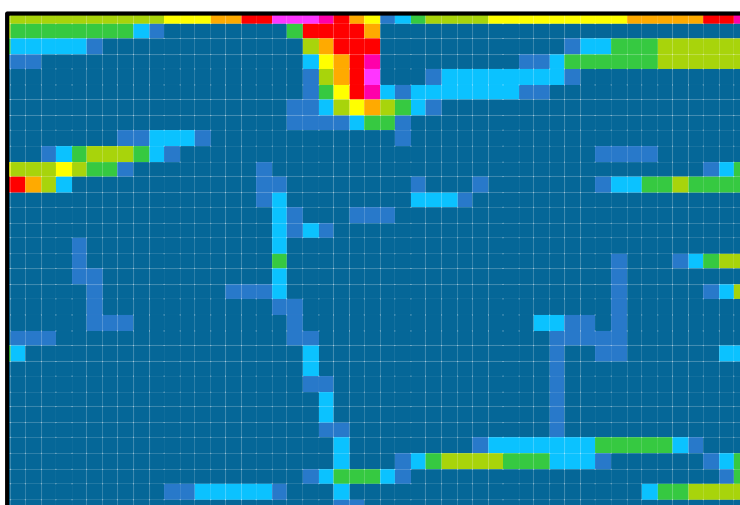
Min: 28.85 °C
Max: 29.86 °C



Relative Humidity

unter 71.09 %
71.09 bis 72.46 %
72.46 bis 73.84 %
73.84 bis 75.22 %
75.22 bis 76.60 %
76.60 bis 77.97 %
77.97 bis 79.35 %
79.35 bis 80.73 %
80.73 bis 82.11 %
über 82.11 %

Min: 69.71 %
Max: 83.49 %

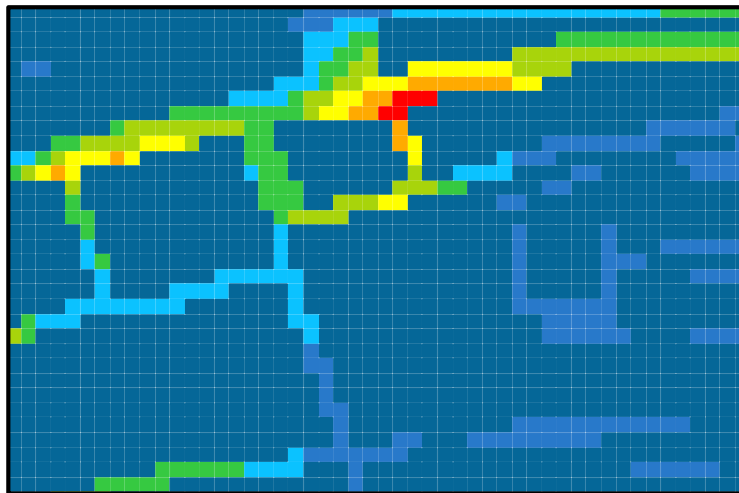


Wind Speed

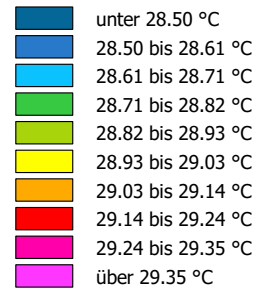
unter 0.66 m/s
0.66 bis 1.31 m/s
1.31 bis 1.97 m/s
1.97 bis 2.63 m/s
2.63 bis 3.29 m/s
3.29 bis 3.94 m/s
3.94 bis 4.60 m/s
4.60 bis 5.26 m/s
5.26 bis 5.91 m/s
über 5.91 m/s

Min: 0.00 m/s
Max: 6.57 m/s

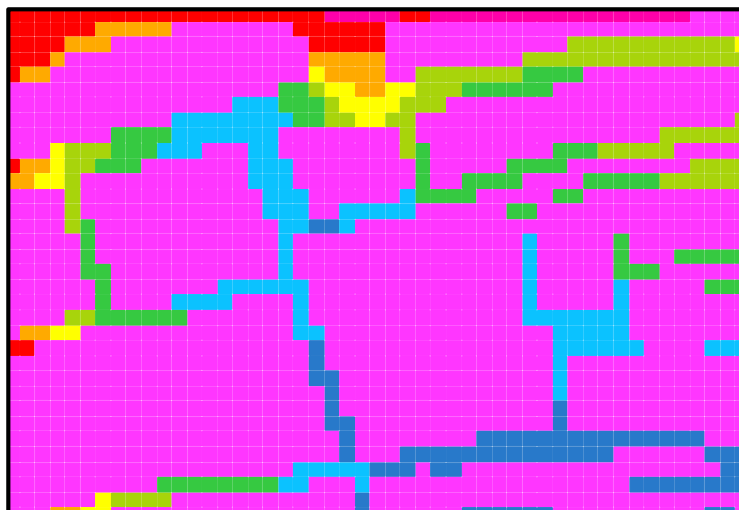
4. Model 3D



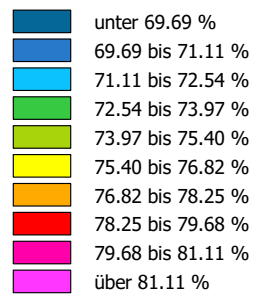
Pot. Temperature



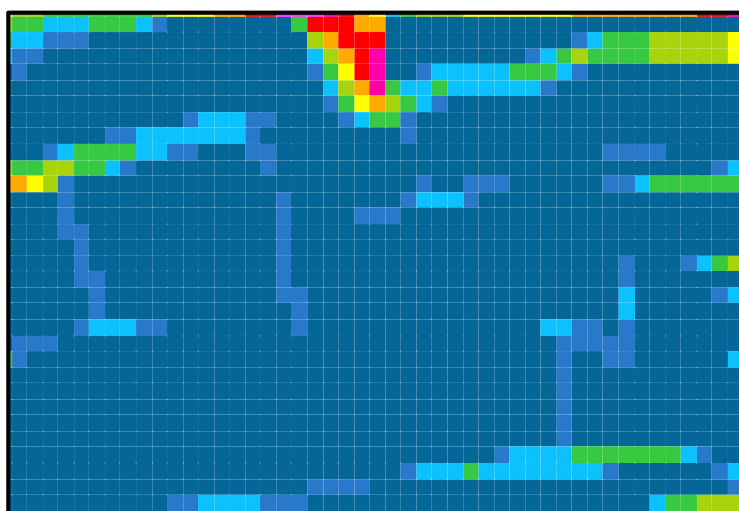
Min: 28.39 °C
Max: 29.46 °C



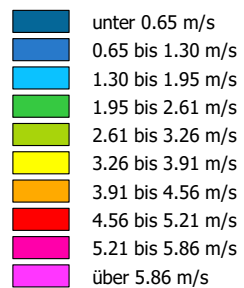
Relative Humidity



Min: 68.26 %
Max: 82.53 %

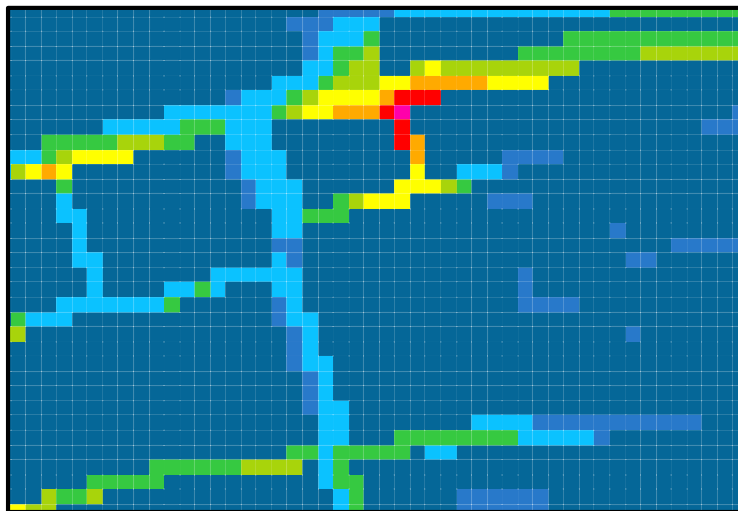


Wind Speed

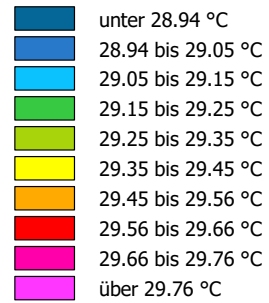


Min: 0.00 m/s
Max: 6.51 m/s

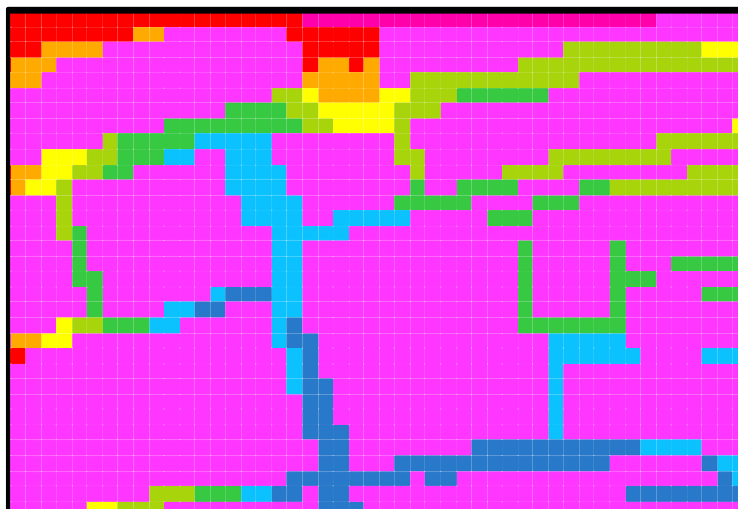
5. Model 3E



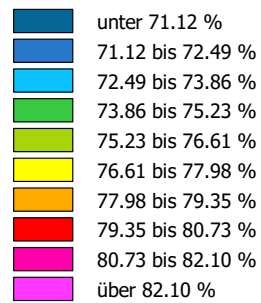
Pot. Temperature



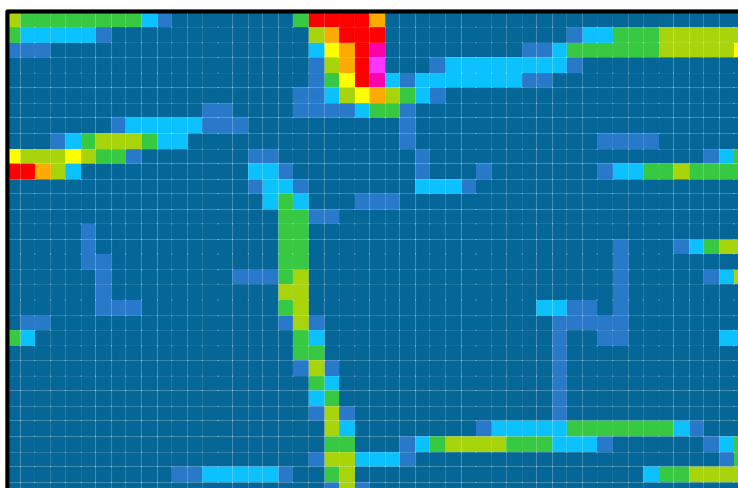
Min: 28.84 °C
Max: 29.86 °C



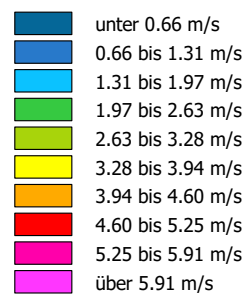
Relative Humidity



Min: 69.74 %
Max: 83.47 %

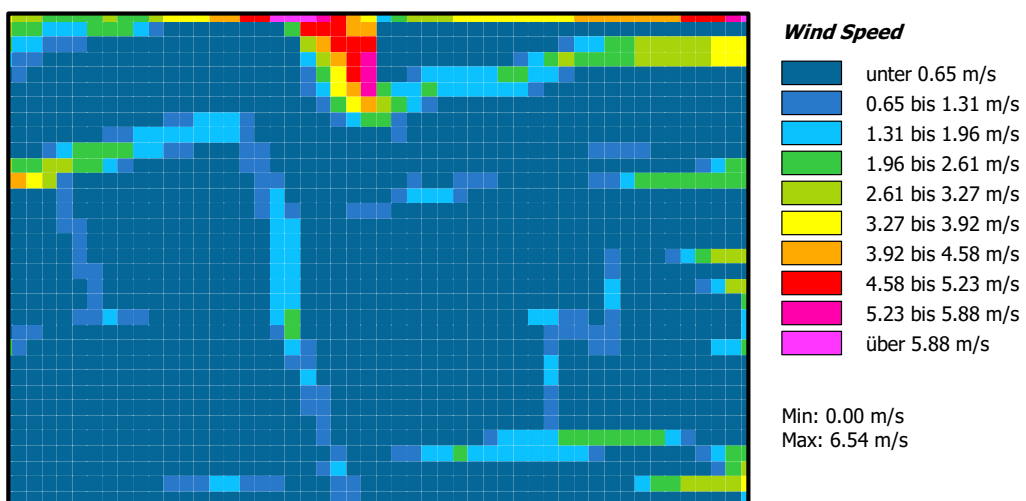
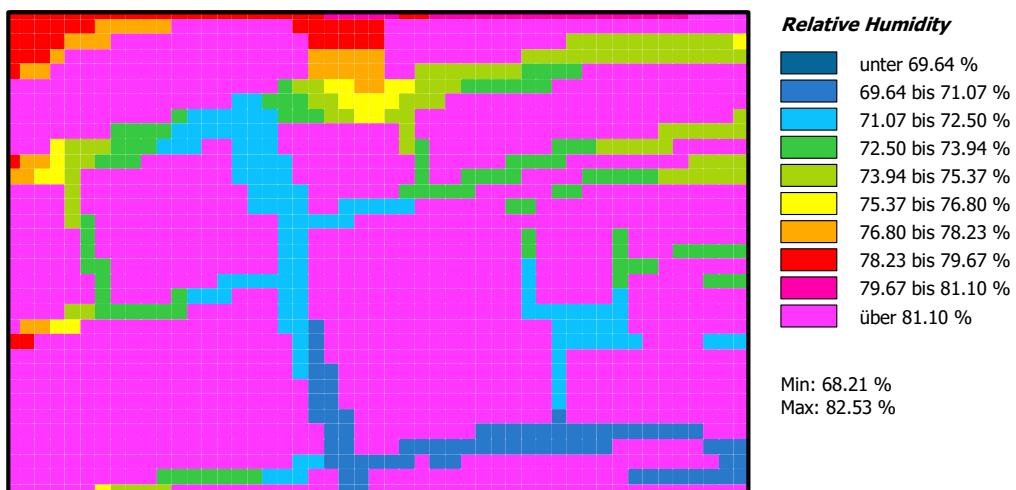
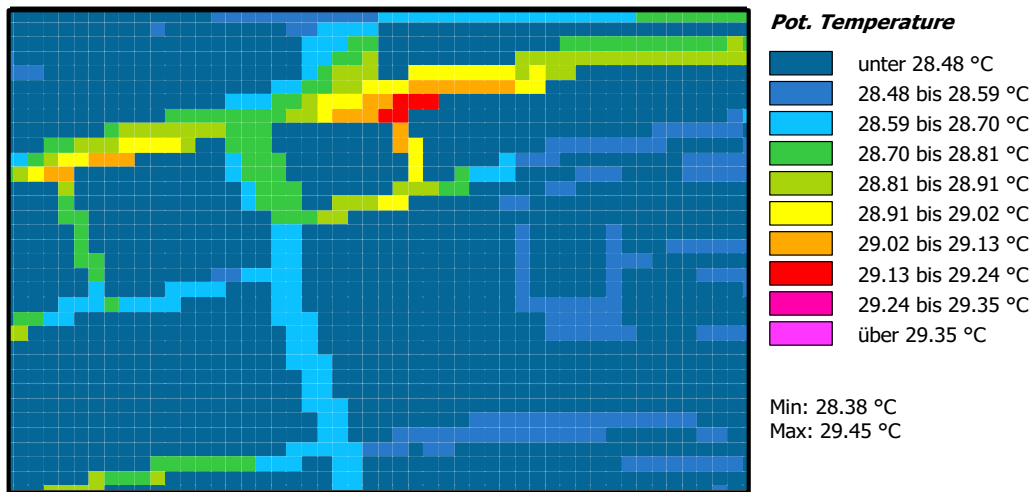


Wind Speed



Min: 0.00 m/s
Max: 6.57 m/s

6. Model 3F



-Halaman ini sengaja dikosongkan-

BIODATA



Boby Rahman lahir di Desa Air Tiris, Kecamatan Kampar, Kabupaten Kampar, Provinsi Riau pada tanggal 07 November 1987, dari pasangan H. Idul Fitri (ayah) dan Hj. Zahraini, S.Pd, MP (ibu) sebagai anak pertama dari tiga bersaudara. Penulis menempuh pendidikan dimulai dari SDN 010 Bengkalis (*lulus tahun 2000*), melanjutkan ke SMP babussalam di Kota Pekanbaru (*lulus tahun 2003*) dan SMAN 01 Bengkalis (*lulus tahun 2006*). Jenjang S-1 (strata satu) ditempuh pada Universitas Bung Hatta Padang, Sumatera Barat Fakultas Teknik Sipil dan Perencanaan (FTSP) Jurusan Teknik Arsitektur (*lulus tahun 2011*). Penulis memulai riwayat pekerjaan pada perusahaan interior selama kurang lebih empat bulan sebelum memutuskan untuk berkarir mandiri dengan membuka kantor arsitek sebagai *owner* di rumahDesign architect dengan wilayah kerja Kota Bengkalis dan Kota Pekanbaru. Berkarir kurang lebih 3 tahun, penulis menghasilkan 15 karya di beberapa proyek yang pernah dikerjakan. Pada tahun 2014 mendapat tawaran untuk menjadi tenaga pendidik di Politeknik Negeri Bengkalis sebagai dosen terbang pada jurusan D3 Teknik Sipil sebelum akhirnya di rekomendasikan untuk kembali menempuh pendidikan S-2 (strata dua) di Institut Teknologi Sepuluh Nopember (ITS) pada jurusan teknik arsitektur dengan konsentrasi arsitektur lingkungan melalui Beasiswa Pendidikan Pascasarjana Dalam Negeri (BPPDN) program dosen PTN baru tahun 2015.